This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

**Usage guidelines**

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

**About Google Book Search**

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

**A propos de ce livre**

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

**Consignes d'utilisation**

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

**À propos du service Google Recherche de Livres**

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

WIDENER
HN QTYT T

34. 58.4.
Arts.
Tec 8183.8

Manuels — Roret.

# MANUEL

DE

# L'HORLOGER,

OU

## GUIDE DES OUVRIERS

QUI S'OCCUPENT DE LA CONSTRUCTION DES MACHINES PROPRES A MESURER LE TEMPS.

Par L. Séb. Le Normand,

Professeur de Technologie et des sciences physico-chimiques appliquées aux arts, l'un des Collaborateurs du Dictionnaire technologique et de l'Encyclopédie moderne, Membre de plusieurs Sociétés savantes nationales et étrangères.

AVEC UN GRAND NOMBRE DE FIGURES.

PARIS,

A LA LIBRAIRIE ENCYCLOPÉDIQUE DE RORET,

RUE HAUTEFEUILLE, AU COIN DE LA RUE DU BATTOIR.

1830

Manuels - Roret.

# MANUEL

DE

# L'HORLOGER,

OU

## GUIDE DES OUVRIERS

QUI S'OCCUPENT DE LA CONSTRUCTION DES MACHINES PROPRES A MESURER LE TEMPS.

Par L. Séb. Le Normand,

Professeur de Technologie et des sciences physico-chimiques appliquées aux arts, l'un des Collaborateurs du Dictionnaire technologique et de l'Encyclopédie moderne, Membre de plusieurs Sociétés savantes nationales et étrangères.

AVEC UN GRAND NOMBRE DE FIGURES.

PARIS,

A LA LIBRAIRIE ENCYCLOPÉDIQUE DE RORET,

RUE HAUTEFEUILLE, AU COIN DE LA RUE DU BATTOIR.

1830

Tec 8.5.30

PARIS, IMPRIMERIE DE DECOURCHANT,
Rue d'Erfurth, n° 1, près de l'Abbaye.

A MONSIEUR

# VALLET (ANTOINE-LÉON),

HORLOGER A PARIS,

RUE SAINT-JACQUES-LA-BOUCHERIE, N° 33.

MONSIEUR,

*Je me rappellerai toujours avec la plus vive satisfaction le moment où je fis votre connaissance. Ce fut à l'Exposition de* 1823; *j'accompagnais feu Bréguet dans la visite qu'il faisait aux horlogers qui avaient exposé leurs ouvrages. Je fus témoin des éloges qu'il vous adressa, et pour les soins que vous aviez donnés au jeune Alavoine, sourd-muet de naissance, dont vous avez fait un excellent ouvrier, et pour les outils ingénieux que vous avez imaginés, afin de faciliter et de régulariser l'échappement à cylindre et quelques autres parties de l'horlogerie.*

*Amant passionné pour l'art que j'ai décrit, et que j'ai exercé pendant longtemps, j'ai dû me lier d'une étroite amitié avec un artiste aussi distingué que vous,*

*Le* Manuel de l'Horloger, *que je viens de terminer, a pris naissance dans nos fréquentes conversations, où vous m'avez fait connaître, avec détail, tous les perfectionnemens qu'on a introduits dans un art aussi difficile et aussi important que celui de l'horlogerie.*

*Vous avez approuvé le plan que j'avais conçu; nous avons arrêté ensemble les matières que je devais y traiter, vous avez même choisi celles qui vous paraissaient les plus utiles pour les ouvriers qui exécutent la bonne horlogerie ordinaire; vous m'avez permis d'y décrire les outils que vous avez imaginés, et vous m'avez engagé à y décrire plusieurs de mes inventions. Vous avez perfectionné mon opuscule par les soins que vous avez pris de lire mon manuscrit et d'en corriger les épreuves. Daignez en agréer la dédicace: je vous la devais comme artiste distingué et modeste, et en témoignage de l'attachement sans bornes que vous a voué*

*Votre concitoyen,*

L. Séb. LE NORMAND.

# AVANT-PROPOS.

L'HORLOGERIE est, sans contredit, celui des arts mécaniques qui est le plus important, celui sur lequel les savans de tous les siècles se sont le plus exercés, celui qui exige le plus de connaissances théoriques et pratiques. Aucun art n'a autant intéressé la sagacité des artistes et des savans que celui dont nous nous occupons; la mesure du temps a été l'étude continuelle de tous les peuples et de tous les âges. Quatre cents ans avant notre ère, le célèbre philosophe *Platon*, disciple de *Socrate*, inventa l'horloge nocturne : c'était une clepsydre ou horloge d'eau, qui indiquait les heures de la nuit par le son et le jeu d'une flûte. Voilà le plus ancien monument que l'histoire nous ait conservé; mais cette invention très-remarquable semble nous faire connaître que déjà les clepsydres étaient inventées, et servaient à mesurer la division du temps d'une manière imparfaite, à la vérité, mais aussi exacte cependant que les

connaissances acquises pouvaient le permettre.

« La première origine de la mesure du temps par les horloges *mécaniques* est très-incertaine, dit Ferdinand Berthoud; et pour la découvrir, on ne peut le faire sans recourir aux ouvrages relatifs à l'astronomie, avec laquelle elle se trouve intimement liée. Nous allons présenter ici en abrégé, d'après ce savant auteur, les diverses époques des inventions sur lesquelles l'art de la mesure du temps est fondé.

» La PREMIÈRE ÉPOQUE de l'origine de l'horlogerie est l'invention des roues dentées, cette partie importante sans laquelle on n'eût jamais eu d'horloges telles que celles que nous possédons; les roues dentées en sont la base. Cette invention est fort ancienne : *Ctésibius*, qui vivait 250 ans avant notre ère, en fit usage dans son horloge d'eau ou *clepsydre;* et vraisemblablement la sphère mouvante d'*Archimède* était construite avec des roues. L'auteur de cette invention est inconnu.

» DEUXIÈME ÉPOQUE. C'est celle de l'invention des horloges à roues dentées, qui furent réglées par un balancier dont les *vibrations* alternatives sont produites par l'*échappement*, et dont la force motrice fut un poids. Cette invention est attribuée à *Pacificus*, qui vivait vers le neuvième siècle; mais il paraît plus certain qu'elle ne date que du treizième ou quatorzième siècle, et qu'elle a été faite en Allemagne.

» TROISIÈME ÉPOQUE. A la fin du quinzième siècle, on construisit des horloges à balancier qui marquaient les secondes du temps; ces machines étaient destinées aux observations astronomiques. *Tycho-Brahé* en fit usage, ainsi que *Valtherus*.

» QUATRIÈME ÉPOQUE. Elle présente une invention bien précieuse, celle du *ressort* formé par une lame qui, pliée en *spirale* et enfermée dans un tambour, a servi de force motrice à l'horloge, et a été substituée au poids; c'est à cette invention qu'est due celle des horloges por-

tatives, ou *montres*, dont on était en possession vers le milieu du seizième siècle. A cette époque on avait des horloges *à sonnerie, à réveil*, etc.

» CINQUIÈME ÉPOQUE. La découverte du pendule par *Galilée*, vers le commencement du dix-septième siècle, sera à jamais mémorable; elle l'est surtout devenue par l'application de ce pendule à l'horloge, en le substituant au balancier. Cette application est due à *Huygens*, vers le milieu du même siècle.

» SIXIÈME ÉPOQUE. Elle consiste dans l'application d'un ressort ou balancier-*régulateur* des montres, au moyen duquel ce régulateur a acquis la propriété de faire des vibrations ou oscillations qui sont indépendantes de l'échappement; en sorte que la force élastique de ce ressort est au balancier ce que la *pesanteur* ou *gravité* est au pendule. Cette heureuse application fut faite vers 1660, par le docteur *Hook*. En 1674, l'*abbé de Hautefeuille* fit usage d'un ressort droit; *Huygens* perfectionna cette invention, en

1675, en donnant la figure spirale à ce ressort.

» Peu après cette époque, c'est-à-dire vers la fin du dix-septième siècle, on inventa, en Angleterre, la *répétition*. Ce mécanisme ingénieux fut d'abord appliqué aux pendules par M. *Barlow*, en 1676, et ensuite aux montres portatives par MM. *Barlow*, *Tompion* et *Quarle*.

» SEPTIÈME ÉPOQUE. Vers la fin du dix-septième siècle, on reconnut des variations assez considérables dans les horloges à pendule construites par *Huygens*; on substitua à l'échappement ancien que cet auteur avait adopté un nouvel échappement appelé *à ancre*, dont la propriété fut de faire décrire de petits arcs *isochrones* au pendule, ce qui rendit la belle invention de la cycloïde d'Huygens entièrement inutile.

» HUITIÈME ÉPOQUE. Peu avant le milieu du dix-huitième siècle, on adapta au pendule un mécanisme au moyen duquel on corrigea les variations que l'horloge éprouvait par les changemens, dans

sa longueur, produits par l'action du chaud et du froid. A cette époque, les horloges astronomiques acquirent le plus haut degré de perfection.

» Enfin, la NEUVIÈME ÉPOQUE est celle de l'invention des horloges et des montres à longitudes, machines dans lesquelles le balancier, qui en est le régulateur, semble disputer au pendule ses plus grands avantages, au moyen d'une propriété très-précieuse reconnue dans le spiral, celle de rendre isochrones ou de même durée les arcs d'inégale étendue décrits par le balancier. C'est aussi à cette époque que toutes les parties de l'exécution des pièces qui composent les horloges ont été portées à la plus grande précision par l'invention de divers instrumens et outils, perfection à laquelle il reste peu à désirer. L'époque dont nous parlons date du milieu du dix-huitième siècle jusqu'au temps actuel. »

L'art de l'horlogerie embrasse plusieurs parties distinctes dont voici le tableau succinct.

1° *Pour l'usage civil,* les horloges publiques, dont le régulateur est un pendule; elles sonnent l'heure et souvent les quarts; le pendule porte un correctif pour les effets de la température. Les horloges à pendule ou d'appartement; elles sont aussi à sonnerie, à répétition, à réveil, à équation, etc. Les horloges portatives ou montres, qui produisent les mêmes effets.

2° *Pour l'astronomie,* les horloges à secondes, et à pendule-compensateur. Elles sont exécutées avec la plus grande précision, et servent aux observations les plus délicates de l'horlogerie.

3° *Pour la navigation et l'hydrographie.* On les nomme *montres marines* ou à *longitude :* elles sont à secondes et à balancier. Elles sont destinées à donner la longitude en mer et à rectifier les cartes marines.

4° *Horloges qui imitent le mouvement des astres.* Telles sont les pendules et les montres à quantièmes des jours, de la semaine et des mois, à quantièmes et phases de la lune, celles qui marquent le

lever et le coucher du soleil, le lieu du soleil dans le Zodiaque; celles qui marquent les révolutions des astres, les planétaires, planisphères, et les sphères mouvantes, etc.

On voit par ce simple exposé combien doivent être étendues les connaissances que doit posséder un habile horloger. Indépendamment de la pratique, qui ne doit jamais être séparée de la théorie dans les arts industriels, il doit être mathématicien et avoir des notions plus qu'ordinaires de physique et de chimie. Il serait à désirer que nos observations inspirassent à nos jeunes artistes le goût pour ces sciences et pour le dessin linéaire, qui leur serait d'un si grand secours.

# MANUEL

DE

# L'HORLOGER.

## INTRODUCTION.

*Coup d'œil rapide sur l'état actuel de l'horlogerie. — Plan et division de cet ouvrage.*

« Parmi les immenses et merveilleuses productions de la mécanique, *l'art de la mesure du temps par les horloges*, a dit Ferdinand Berthoud, est sans contredit celle qui tient le premier rang, tant par son utilité, que par l'étendue variée de ses inventions, par la subtilité de ses effets, par le génie et la profondeur de ses conceptions, et par l'extrême délicatesse des pièces qui le composent. »

Depuis un siècle environ, l'art de l'horlogerie a acquis un si haut degré de perfection, que l'on est autorisé à croire qu'il sera difficile d'aller beaucoup au-delà du point où cet art est arrivé de nos jours, tant pour la construction et la parfaite exécution des diverses pièces que nos ouvriers exécutent dans quelques ateliers privilégiés, que pour la conception ingénieuse et l'exécution soignée des

diverses machines qui abrégent les manipulations et rendent la construction des montres, des pendules et des horloges, plus parfaite, et par conséquent d'un usage plus régulier.

Ce sera donc un service important à rendre aux ouvriers intelligens, jaloux de porter dans leurs ouvrages toute la perfection dont ils sont susceptibles, que d'offrir à leur méditation la description des moyens employés par les meilleurs ouvriers pour se diriger vers le but qu'ils cherchent à atteindre, la plus grande régularité dans ces ingénieuses machines.

Notre dessein n'est pas de copier les auteurs célèbres qui ont écrit avant nous; nous n'avons rien à ajouter aux traités de l'infatigable Ferdinand Berthoud, dans son *Essai sur l'horlogerie*, où il a conduit par la main l'ouvrier, pour la parfaite exécution des branches dont il a traité. Nous ne pourrions rien dire de plus clair, de plus précis, de plus méthodique que ce qu'il a écrit, et qui n'est malheureusement pas assez suivi, dans la vue de perfectionner la construction des montres de poche.

Depuis le dernier ouvrage de Ferdinand Berthoud, en 1802, l'ingénieux et excellent artiste Bréguet a changé la forme et la disposition des boîtes; il a simplifié la construction des mouvemens en les rendant plus parfaits. Plusieurs horlogers ont ajouté à ces dispositions quelques améliorations qui n'ont pas été décrites, et ce sont ces nouvelles construc-

tions, ces perfectionnemens que nous nous sommes proposé de faire connaître.

Notre plan n'embrasse absolument que la description de la bonne horlogerie, celle qui s'exécute à Paris, et qui jouit, à juste titre, de la supériorité sur les fabriques de la Suisse. Nous entrerons dans tous les détails nécessaires pour décrire avec exactitude toutes les manipulations employées par les meilleurs ouvriers, dans la vue d'atteindre le plus haut degré de perfection dans la construction de ces ingénieuses petites machines de poche qui nous indiquent, avec le plus de précision, la mesure du temps. Nous ferons connaître les perfectionnemens qu'on a apportés dans la construction des pendules de cheminée, des régulateurs et des horloges de clocher. Nous décrirons les divers outils que le génie de nos artistes a imaginés, soit pour accélérer les manipulations, soit pour les rendre plus régulières.

Nous donnerons les notions les plus importantes sur les soins qu'un horloger doit prendre, soit pour réparer les pièces d'horlogerie qui se sont dérangées, soit pour les entretenir dans une marche régulière. Cette partie de l'horlogerie se nomme *rhabillage*, et ce n'est pas la moins importante; car une excellente montre est souvent détériorée, lorsqu'on a le malheur, pour la réparer, de la confier à une main maladroite ou peu expérimentée.

Nous décrirons avec soin les échappemens les plus usités dans le moment où nous écri-

vons. Nous y ajouterons la description des engrenages et des outils les plus importans dont l'ouvrier se sert habituellement pour la confection des instrumens à mesurer le temps. Nous ne décrirons que les outils nouveaux; les autres sont généralement connus.

Nous diviserons ce Manuel en Chapitres, dans lesquels nous traiterons successivement, 1° de la construction des montres de poche; 2° de l'exécution des pendules; 3° de l'exécution des grosses horloges. Nous ne nous attacherons qu'à décrire la construction des pièces qui sont reconnues comme les meilleures et les plus exactes.

## DES MACHINES A MESURER LE TEMPS.

On donne en général le nom d'*horloge* à une machine quelconque qui divise le temps en parties égales, et qui fait connaître ces divisions. Cependant, dans la pratique, on exécute des horloges de différentes dimensions, afin de les approprier aux divers usages de la vie; on les distingue par des noms différens, selon l'emploi auquel on les destine. Ce sont: 1° les horloges portatives, qu'on désigne sous le nom de *montres*, et qu'on porte presque toujours sur soi; 2° les horloges qui servent à indiquer dans les appartemens la division du temps, qui restent fixées à une place qu'on leur a affectée, et qu'on nomme *pendules;* 3° les horloges qui sont destinées au service public, et qu'on place sur les endroits élevés, afin que leur timbre puisse se faire entendre

de loin, et que les divisions du temps puissent être vues d'une distance assez considérable. On les nomme *grosses horloges*, ou *horloges de clocher*, ou plus simplement *horloges*.

Il existe une quatrième classe d'horloges qu'on nomme *montres marines*, ou *montres à longitudes*, dont notre cadre ne nous permet pas d'entreprendre la description. Deux volumes seraient à peine suffisans pour traiter convenablement cette partie importante de l'horlogerie, et qui n'intéresse qu'un très-petit nombre d'ouvriers qui doivent réunir une théorie solide à une pratique soignée et scrupuleuse dans la main-d'œuvre.

« Le mécanisme d'une horloge, à quelque usage qu'elle doive être appliquée, est composé de plusieurs parties également importantes, et qui, par leur correspondance, assurent la mesure exacte du temps. Ce sont, ajoute F. Berthoud, 1° le régulateur; 2° l'échappement; 3° le rouage; 4° le moteur; 5° l'encliquetage ou moyen de remontage du moteur; 6° le cadran et les aiguilles qui marquent le temps mesuré par l'horloge.

« Le régulateur, ajoute le même auteur, est la partie la plus importante de l'horloge; il est le véritable instrument de la mesure du temps; c'est lui qui, par ses oscillations, par ses pas égaux et précipités, divise le temps. Le régulateur, par les fonctions de l'échappement avec lequel il est lié, règle la vitesse des roues, dont les fonctions sont de compter les pas du régulateur; et par un double effet

de l'échappement, ces mêmes roues, par leur action sur lui, transmettent au régulateur la force du moteur, afin d'entretenir son mouvement oscillatoire, que les frottemens et la résistance de l'air tendent à détruire. »

## CHAPITRE PREMIER.

### DES MONTRES OU HORLOGES DE POCHE.

Deux systèmes de construction partagent aujourd'hui les horlogers dans l'exécution des *montres*. Le plus ancien, qui est encore en vigueur et qui sert de base à la plus grande quantité de ces machines que l'on voit entre les mains de la plus nombreuse partie des hommes, se distingue par une cage composée de deux platines soutenues à une distance déterminée par quatre piliers également élevés, entre lesquels sont renfermées toutes les roues et les autres pièces qui constituent la machine entière.

Ce premier système a reçu de notables améliorations de la part de Ferdinand Berthoud, qui, dans son *Essai sur l'horlogerie*, tome II, page 347 à 429, n'a rien laissé à désirer sur la parfaite exécution de cette montre, dont nous allons parler en détail.

Le second système appartient au célèbre Bréguet, qui a supprimé une des platines, et par conséquent les piliers qui formaient une cage, sans compter les autres simplifications que nous détaillerons.

Nous ne parlons ici que des montres simples; nous nous occuperons plus loin des répétitions de poche, auxquelles l'ingénieux Bréguet a fait subir des modifications judicieuses et importantes.

§ I^er^. — *Montres selon l'ancien système, perfectionné par Ferdinand Berthoud.*

Les améliorations que cet habile horloger a apportées dans la construction des montres à *roue de rencontre*, furent le fruit de ses constantes observations, dirigées par l'étude approfondie et long-temps soutenue des sciences mécaniques. Il préférait l'échappement à roue de rencontre aux échappemens à repos, parce que, dit-il, cet échappement produit un très-grand mouvement au balancier, avec un très-petit espace parcouru dans l'échappement, d'où suit le peu de frottement qu'il a. Aussi ne voit-on pas qu'après plusieurs années de marche les palettes soient marquées: le frottement est donc constamment le même, à moins que, par accident, l'huile ne se communique aux palettes; alors elles se creusent, et la montre varie; mais ce défaut est facile à éviter. Il avoue franchement qu'il croit les montres à roue de rencontre plus propres à mesurer le temps avec précision.

Nous sommes fâché d'être forcé de contredire ici ce savant artiste. Il nous serait facile de prouver, par des expériences multipliées

et par l'usage journalier, que l'échappement à roue de rencontre, quoique plus facile à exécuter par un ouvrier médiocre que les échappemens à repos, n'a pas la justesse de ce dernier; que le recul, qui est inhérent à sa nature, ne peut lui être entièrement enlevé, et que cette seule cause suffirait pour lui ôter la régularité que doit avoir nécessairement cette partie de la montre. Toutes les tentatives qu'on a faites pour rendre cet échappement isochrone ont été inutiles. Nous nous étendrons davantage, au Chapitre des échappemens, sur cette matière.

La seule cause à laquelle Berthoud attribue la piqûre des palettes, paraît être la communication de l'huile à cette partie de l'échappement, et il n'y fait entrer pour rien la qualité du laiton qu'on emploie pour la roue; cependant il n'y a pas un seul horloger observateur qui n'ait remarqué que le cuivre influe beaucoup sur ce défaut, que l'huile cependant favorise aussi. Nous consacrerons aussi un paragraphe au *laiton*.

Cependant l'échappement à *verge* ou à roue de rencontre ne doit pas être proscrit, par la raison, 1° que ces montres sont plus faciles à construire et à réparer par des horlogers ordinaires; 2° qu'elles sont d'un prix beaucoup moins élevé, et que par là elles sont à la portée d'un plus grand nombre de personnes qui n'ont pas besoin d'une régularité extrême dans ces machines; 3° qu'elles n'exigent pas des réparations aussi fréquentes que les mon-

tres à échappement à repos, qui a besoin qu'on renouvelle les huiles de temps en temps.

Voici la description de la montre à roue de rencontre perfectionnée par Ferdinand Berthoud (*Voyez* Planche I, extraite de l'*Essai sur l'horlogerie*.

*Montres ordinaires à roue de rencontre.*

Les *fig.* 1 et 2 représentent le *calibre,* car avant d'exécuter une montre on doit en tracer le calibre. On prend pour cela un morceau de laiton d'une bonne ligne d'épaisseur, un peu moins grand que ne doit être le calibre ; on le forge avec soin, jusqu'à ce qu'on l'ait réduit à la moitié de cette épaisseur, et d'environ dix-neuf lignes de largeur. Après l'avoir bien dressé à la lime sur ses deux faces, et avoir enlevé tout le feu et les traits de la lime rude par la lime douce, on perce dans le milieu un petit trou bien perpendiculaire à la surface de la plaque, avec un compas à ressort; on trace un cercle d'un rayon de neuf lignes et demie (21 millimètres); on arrondit à la lime, en ayant soin de ne pas atteindre tout-à-fait le trait, et on le fixe avec de la cire à cacheter sur un arbre à cire, en ayant soin qu'il soit aussi droit sur le tour qu'il est possible, ce qu'on obtient facilement en chauffant le calibre à l'aide du chalumeau et de la flamme d'une chandelle. On profite de la chaleur qu'on a imprimée à la plaque de cuivre

pour la dresser parfaitement, en appuyant légèrement contre sa surface un morceau de bois, tenu solidement sur le support du tour, pendant qu'on fait tourner l'arbre avec l'archet. On laisse refroidir en place en agitant toujours l'archet.

Lorsque le calibre est bien froid, alors on peut le tourner sur sa circonférence pour réduire le cercle à quarante-deux millimètres de diamètre, qui est la dimension qu'on veut donner à la grande platine. On a soin que le contour de ce cercle soit une portion de cylindre, et non une portion de cône. On donne avec la pointe du burin, de part et d'autre des deux surfaces et sur le bord, quelques traits qui atteignent partout, ou bien un petit biseau; on enlève la plaque de dessus l'arbre à cire, en chauffant légèrement avec le chalumeau; on lime ensuite les deux surfaces sur un bouchon de liége, afin d'atteindre également partout les traits qu'on a donnés, sans cependant les enlever entièrement, même à la lime douce; on enlève ensuite tous les traits avec la *pierre à l'eau*. Alors la plaque doit être d'une égale épaisseur partout.

Il ne s'agit plus que de tracer sur les deux surfaces l'emplacement et la grandeur des roues et de toutes les pièces qui doivent former la montre.

Il faut être très-habile pour tracer d'imagination un calibre, et peu d'ouvriers sont en état de le faire. Ils se procurent ces pièces

importantes, soit en les prenant sur les pièces les mieux exécutées qui leur tombent sous la main, soit en cherchant à s'en procurer la communication chez les ouvriers qui les exécutent.

Sur une des surfaces du calibre on trace toutes les pièces qui se trouvent dans l'intérieur de la montre, et celles qui doivent être placées sur la petite platine; et sur l'autre surface, celles qui doivent se trouver sous le cadran. Le centre de toutes les roues et celui du balancier doivent être percés de petits trous perpendiculairement à la surface de la platine. En indiquant la manière de copier un calibre, nous ferons connaître la manière de le tracer.

Les *fig.* 1 et 2, Pl. I, représentent les deux surfaces du calibre. La *fig.* 1 montre l'intérieur de la cage et le dessus de la petite platine; la *fig.* 2 fait voir la disposition des pièces qui doivent se trouver sur la grande platine, au-dessous du cadran.

On place le calibre qu'on veut copier sur *la plaque* qu'on a déjà préparée, et qui doit porter cette copie exacte; on place les trous qui sont au centre de chacune l'un sur l'autre; et afin que les deux pièces ne changent pas de position, on fait entrer un peu à force une goupille de cuivre qui les traverse tous les deux à la fois, en faisant attention que cette goupille soit bien perpendiculaire à leur surface; on serre avec des tenailles ces deux plaques ensemble, afin qu'elles ne se déran-

gent pas; on place un morceau de papier qui embrasse les deux pièces, afin que les tenailles ne les gâtent pas. L'on a soin encore de placer les mâchoires des tenailles de manière qu'elles ne cachent aucun des trous qu'on doit percer.

Tous les trous étant percés avec un petit foret, on trace les cercles avec le plus grand soin, après avoir séparé les plaques, et l'on se sert, comme compas, de l'outil ou compas à engrenages, en tenant les pointes bien perpendiculaires à la surface sur laquelle on trace.

Le barillet *a*, est placé à côté de la fusée *b*; par ce moyen, il est de toute la hauteur de la cage; le ressort en est meilleur, parce qu'il est plus large, et que le barillet étant plus haut, il est moins sujet à vaciller sur son axe.

La grande roue moyenne *c*, est au centre; la petite roue moyenne *d*, et la roue de champ *f*, sont tracées ensuite. Par le centre du balancier *g*, et le centre de la roue de champ *f*, on trace une ligne droite *i*, qui indique l'emplacement du pignon de la roue de rencontre. Par le même centre du balancier *g*, on mène une ligne droite *i*, *h*, perpendiculaire à la ligne *i*, *f*. Cette ligne *i*, *h*, représente le devant de la potence qui doit occuper tout l'espace entre cette ligne et le barillet, avec un jeu léger pour le passage de la chaîne. Voilà tout ce qui concerne l'intérieur de la cage.

Les autres pièces tracées sur ce calibre

sont : 1° le pont de la fusée *m*, 2° la coulisse *n*, avec son râteau; et 3° la rosette *o*.

L'autre surface, *fig.* 2, montre les pièces qui sont sous le cadran : 1° la chaussée des minutes *p*; 2° la roue de renvoi *q*, avec son pont; 3° la roue de cadran *r*; 4° le pont *s*, qui reçoit les pivots de la petite roue moyenne et de la roue de champ; 5° le rochet du barillet *t*, qui sert à bander le ressort, et à le maintenir ainsi bandé par la masse ou cliquet *v*; 6° enfin on y voit aussi les trous 1, 2, 3, 4, qui marquent l'emplacement des piliers.

Avant de décrire les manipulations qu'on doit employer pour l'exécution de toutes les pièces qui composent cette montre, il est important de faire connaître les avantages que présente ce calibre. La *fig.* 3, dans laquelle Berthoud a placé toutes les parties sur une même ligne droite, et dont les platines sont coupées par le milieu des trous, nous en donnera la facilité.

La grande platine, ou platine des piliers A, A, est prise dans un morceau de laiton épais. On y a ménagé autour une batte ou fausse plaque *a*, *a*, et un drageoir *b*, *b*, afin qu'elle repose sur le bord de la boîte. On a ménagé au centre du côté de la batte, une forte goutte *c*, *c*, dont on verra plus bas l'usage. On laisse à cette platine une épaisseur d'un millimètre et demi. On fait la petite platine un peu plus mince.

On pratique, au tour, une creusure au centre de cette grande platine, afin d'y loger en

entier l'épaisseur de la grande roue moyenne B, avec un petit jour, afin qu'elle ne frotte pas sur la creusure de la platine. La goutte *c*, *c*, que nous avons dit qu'il fallait réserver, sert à y pratiquer une creusure, aussi profonde qu'on le peut, dans la vue d'y faire reposer la portée de la tige de grande roue moyenne, à laquelle on laisse un tigeron assez long pour éloigner, de la roue et du pignon du centre, l'huile que l'on met dans le réservoir qu'on pratique sur cette goutte du côté du cadran.

La grande roue moyenne B, ainsi cachée dans l'épaisseur de la platine, donne la facilité de tenir la fusée C, avec sa roue, de toute la hauteur de la cage, et procure ainsi le moyen d'avoir une chaîne plus forte et plus solide. Le barillet D, placé à côté de la grande roue, est pareillement tenu de toute la hauteur de la cage, et par ce moyen on obtient un ressort dont la lame est plus large, par conséquent plus fort, plus solide, quoique plus mince.

Pour obtenir, dans la fusée C, le même avantage que présente la goutte dans la roue du centre, d'éloigner l'huile de la portée, Berthoud prescrit de rapporter une goutte *d*, bien tournée, à l'emplacement du trou de la fusée dans la grande platine, et d'y pratiquer une creusure semblable à celle de la grande roue moyenne. Pour obtenir un éloignement semblable dans le pivot d'en haut, il place sur la petite platine un fort pont *f*, qui reçoit le pivot, et le pont y est fixé par une vis et deux pieds.

A l'aide du pont *h*, que l'auteur a placé sous le cadran et auquel il a donné toute l'élévation que l'emplacement lui permet, il a trouvé la facilité de donner une grande longueur aux tiges inférieures de la petite roue moyenne E et de la roue de champ F, et en plaçant le plan de la petite roue moyenne entre ceux de la grande roue moyenne et de la roue de champ, il a résolu un problême important de mécanique. Il dispose ces trois roues de manière que la pression que chacune d'elles opère sur le pignon respectif, s'exerce à peu près dans le milieu de la longueur des tiges entre les deux pivots. Par ce moyen, les frottemens sont également distribués entre ces deux pivots.

Avant cette heureuse disposition, la petite roue moyenne était noyée dans la grande platine, son pivot inférieur était porté, presque sans tigeron, dans une barrette qui traversait la creusure; la grande roue moyenne était posée sur la grande platine, sans creusure, ce qui diminuait l'emplacement pour la fusée et pour le barillet. Les pignons de grande et de petite roue moyenne étaient rarement à l'abri de l'huile qui remplissait leurs ailes. Il en était de même de la roue de renvoi *q*, (*fig.* 2), qui, frottant sur la grande platine, s'emparait souvent de l'huile placée au pivot de la grande roue moyenne, et augmentait les frottemens de la machine.

Dans la nouvelle construction (*fig.* 3), la chaussée *g* étant plus élevée à cause de la

goutte *c*, *c*, oblige la roue *i* à s'élever comme elle; son pignon a une tige plus longue dont le pivot roule dans la platine, tandis que son autre pivot roule dans un pont G.

En plaçant la tige *m* de la roue de rencontre perpendiculairement à la tige de la roue F, il a le double avantage d'avoir une tige plus courte, plus facile à tourner, et d'obtenir un engrenage beaucoup plus parfait que lorsque cette tige passe à côté de la tige de la roue de champ pour aller aboutir au bord de la petite platine.

L'auteur a perfectionné aussi les deux pièces dans lesquelles roulent les deux pivots de la verge du balancier. Le pivot inférieur roule comme par le passé dans un trou pratiqué dans l'épaisseur du talon de potence, et sa pointe appuie sur une plaque d'acier trempé et poli. Il pratique un tigeron au-dessous de la palette inférieure, afin d'en écarter l'huile. Au-dessus du coq, il place un coqueret de cuivre, qu'il fait aussi épais que la boîte peut le lui permettre, comme on le voit en P, et par-dessus un coqueret d'acier trempé et poli. Ces deux coquerets sont fixés ensemble par la même vis, et le coqueret de cuivre est de plus fixé sur le coq par deux pieds qui ne lui permettent pas de tourner. Dans la vue de fixer l'huile vers ces deux pivots, il a arrondi le talon de potence et le coqueret de cuivre en goutte de suif, du côté des plaques d'acier, en ayant soin de laisser un tout petit jour entre la goutte de suif et la plaque d'a-

cier, afin de laisser passage à l'huile. Cette forme attire continuellement l'huile vers le bout des pivots et ne lui permet pas de s'extravaser. Nous parlerons plus bas (page 19 et 23) de la potence.

Dans l'ancienne construction, le pivot supérieur roulait dans le coq, et la verge n'avait aucun tigeron, de sorte que l'huile se desséchait promptement en se fixant sur toute la surface du coqueret d'acier. Par la nouvelle disposition, on voit en *p*, qu'il a conservé un tigeron très-long, qui garantit souvent la rupture de ce pivot, lorsqu'on a soin de tenir le trou du coq le plus petit possible, sans cependant que le tigeron puisse frotter contre ses parois. Cette construction présente en même temps un autre avantage, qui consiste à garantir la roue de rencontre, puisque si le trou du coq n'est pas trop grand, il retient la verge dans sa position presque naturelle, et le rouage ne peut pas filer, si le pivot d'en haut vient à se casser par une chute.

Nous ne nous occuperons ici ni de la construction des roues et des pignons, ni de celle du barillet, devant entrer dans tous ces détails en traitant de l'exécution des montres, d'après les nouveaux calibres et le dernier système. Nous renvoyons aussi à parler des échappemens au Chapitre que nous destinons à cette partie importante de l'horlogerie. Nous nous bornerons à décrire la construction de la fusée, telle que l'a imaginée Ferdinand Berthoud, les nouvelles montres

n'ayant pas de fusée. Voici cette pièce avec tous ses développemens.

La *fig.* 4 représente l'arbre de fusée, de profil et en perspective. Cet arbre est fait en acier, d'une seule pièce forgée, ce qui rend le crochet plus solide. On soude communément à l'étain l'arbre sur la fusée; mais cette méthode est défectueuse, car ces sortes de fusées sont sujettes à se dessouder. Voici donc un ajustement qui est préférable et qui a l'avantage de pouvoir refaire sans difficulté une fusée en conservant l'arbre. Après avoir tourné la tige *a*, d'une bonne grosseur, on la fait entrer bien juste dans le trou du centre de la fusée B, (*fig.* 5), qui représente le dessus de la fusée); on pratique au sommet de la fusée une creusure dans laquelle se noie l'épaisseur du crochet, et l'on fait en *b* une entaille dans laquelle entre très-juste le crochet. On arrête l'arbre avec la fusée, au moyen d'une vis; ainsi il ne peut pas tourner séparément de la fusée; la vis sert à retenir l'arbre appliqué contre la creusure.

Pour donner à la fusée toute la grandeur qu'elle peut avoir, on loge dans sa base l'encliquetage: pour cet effet, la base C, C, vue par-dessous (*fig.* 6), est creusée de deux renfoncemens; dans le premier *a*, *a*, se loge le ressort d'encliquetage, et le cliquet portés par la roue de fusée D D, (*fig.* 7); dans le second *b b*, se loge fort juste le rebord *c*, *c*, du rochet E, vu en plan et en élévation (*fig.* 8). Les dents du rochet s'appliquent sur le pre-

mier enfoncement *a*, *a* (*fig.* 6). Ce rochet, vu en profil (*fig.* 8), porte deux chevilles 1, 2, qui entrent dans les trous *b*, *b*, (*fig.* 6). Ainsi, le rochet est entraîné par la fusée, et il reste appliqué sur le fond de sa creusure, au moyen de la roue de fusée qui le retient. Cette roue D D, est retenue, à frottement doux, contre la base de la fusée par une pièce d'acier F, (*fig.* 9), qu'on nomme *goutte ;* cette pièce se loge dans une noyure pratiquée au centre de la roue de fusée ; c'est pour cela que l'on réserve la goutte *d*, *d*, qui se loge dans le vide du rochet E. (*fig.* 8). La pièce *i*, *i*, *f*, (*fig.* 7) est le ressort d'encliquetage, rivé sur la roue par des goupilles de laiton ; *g* est le cliquet.

Les *figures* 10 et 11 montrent les dispositions de toutes les pièces de cette montre dans l'intérieur de la cage. La *fig.* 10 fait voir toutes les pièces, lorsqu'on a enlevé la petite platine, qu'on a représentée retournée, c'est-à-dire vue par-dessous, lorsqu'elle recouvre la grande platine. Les mêmes lettres indiquent les mêmes pièces qu'on a vues dans la *fig.* 3, mais placées dans l'ordre où elles sont dans la montre.

Dans la *fig.* 10, on voit en R, la tête du ressort de cadran, et la charnière en S ; par conséquent la roue de champ se trouve placée sur le diamètre où l'on voit sur le cadran les deux chiffres 12-6 ; la roue de champ se trouve au-dessus de 6 heures.

Dans la *fig.* 11, on distingue la potence H, que nous décrirons plus bas ; la roue de

rencontre G, dont le pivot intérieur entre dans le lardon, la contre-potence *n*, avec la vis qui la fixe sur la platine, et sa plaque d'acier contre laquelle roule son pivot extérieur. On y voit de plus le *garde-chaîne r* avec son ressort *s*; le contour du barillet, la chaîne et le crochet de fusée, ponctués, représentant le moment de l'arrêt de la fusée.

Il nous reste à donner les nombres des dents des roues et des ailes des pignons que Berthoud a fixés pour ces montres. Nous allons indiquer ces nombres, non-seulement pour les montres ordinaires, mais même pour les montres à secondes, qu'on nomme *trotteuses*. Nous ferons connaître plus bas la construction nouvelle des montres à *secondes mortes*, destinées aux observations astronomiques.

MONTRE ORDINAIRE.

| | Dents des r. | | Ailes des pig. | Tours en h. |
|---|---|---|---|---|
| Roue de fusée. . . . . | 54 | | | |
| Grande roue moyenne. . | 60 | — | 12. . . | 1 |
| Petite roue moyenne. . . | 48 | — | 6. . . | 10 |
| Roue de champ. . . . . | 45 | — | 6. . . | 80 |
| Roue de rencontre. . . . . | 13 | — | 6. . . | 600 |

*Nota.* Les lignes inclinées qui vont d'un chiffre à l'autre dans l'exemple qui précède, et dans ceux qui suivront, indiquent les pignons dans lesquels les roues correspondantes engrènent pour leur faire faire leurs révolutions.

La roue de rencontre fait, comme on le voit ici, 600 tours par heure, pendant que

la grande roue moyenne en fait un seulement. Mais comme la roue de rencontre a 13 dents, et que chaque dent produit deux vibrations, en multipliant 600 par 26, double de 13, on obtient pour produit 15,600, nombre de vibrations que bat le balancier pendant une heure. L'expérience a prouvé que pour qu'une montre marche avec plus de régularité et se règle plus facilement, il faut qu'elle batte par heure de 17,300 à 17,400 vibrations. C'est la règle que l'on suit aujourd'hui.

*Montres à secondes ordinaires.*

Berthoud, en disposant son calibre, a eu l'intention de l'approprier et aux montres ordinaires et aux montres à secondes, ainsi qu'il l'annonce formellement et qu'on le voit par son calibre *fig.* 1, et par la disposition des pièces *fig.* 10. On aperçoit dans le calibre le diamètre *r*, *s*, qui indique la ligne de 12 et 6 heures, 12 en *r*, 6 en *s*. Il n'y a, dans cette construction, qu'à changer le nombre des dents des roues et celui des ailes des pignons, ainsi qu'il suit :

| | Dents des r. | Ailes des pign. | Tours en 1 h. |
|---|---|---|---|
| Roue de fusée. . . . . | 54 | | |
| Grande roue moyenne. . . | 60 | 12. . . | 1 |
| Petite roue moyenne. . . | 48 | 8. . . | 7 ½ |
| Roue de champ. . . . . | 48 | 6. . . | 60 |
| Roue de rencontre. . . . . | 15 | 6. . . | 480 |

La roue de rencontre ayant 15 dents fait faire 30 vibrations au balancier par chacun de ses tours, et par conséquent 14,400 vibra-

tions par heure, ou 4 vibrations par seconde ; de sorte qu'en prolongeant le pivot de la roue de champ qui fait 60 tours par heure, ou un tour par minute, et en plaçant une petite aiguille légère sur ce pivot, cette aiguille marquera, sur un petit cadran tracé au-dessus de 6 heures, les secondes divisées en quatre parties. Cette disposition, par laquelle l'aiguille ne marque pas les secondes par un seul mouvement, a fait donner à ces montres la dénomination de *trotteuses*.

Le nombre 54, indiqué par Berthoud pour les dents de la roue de fusée, engrenant dans un pignon de 12, nécessiterait six tours et demi de spirale autour de la fusée, afin de faire aller la montre pendant 30 heures sans la remonter, comme c'est l'usage, et à moins d'employer des chaînes très-fines et par conséquent peu solides, exigerait une hauteur de cage considérable. Cette disposition n'a pas été adoptée par les horlogers : ils donnent 60 dents à la roue de fusée, 10 ailes au pignon de grande roue moyenne. Cette combinaison, qui ne change rien au calibre, procure la facilité de ne donner que cinq tours à la fusée, en faisant marcher la montre pendant 30 heures sans la remonter.

La description des nouvelles montres que, nous allons donner, après avoir décrit la potence imaginée par Berthoud, achèvera de faire connaître les manipulations qu'emploient les bons ouvriers dans l'exécution de toutes ces machines ingénieuses.

*De la potence.* C'est à Ferdinand Berthoud que nous devons le perfectionnement de cette pièce, importante par les fonctions qu'elle exerce en recevant les trois pivots principaux de l'échappement. Voici comment il décrit cette pièce :

« La potence C est vue de profil (*fig.* 12), » *d, d,* est la rainure pratiquée pour y loger » le lardon ou nez de potence D, (*fig.* 13). La » vis de rappel *e* entre dans le trou taraudé » de la potence parallèle au chemin du lardon. » La partie *g,* de cette vis entre dans l'entaille » *h,* du lardon D, (*fig.* 13). Ainsi, celui-ci se » meut dans la rainure de la potence, selon » que l'on fait tourner la vis de rappel. Ce » mouvement du nez de potence est néces- » saire pour mettre parfaitement la montre » dans son échappement. Pour retenir le lar- » don appliqué contre la rainure *d, d,* de la » potence, celle-ci est percée en *k,* d'un trou » dans lequel entre une vis dont la tête ap- » puie sur le lardon et pour que la vis n'em- » pêche pas le mouvement du lardon, on » alonge le trou *b,* à travers lequel la vis passe. » La plaque E, est d'acier; elle se fixe par une » vis sur le haut de la potence, pour recevoir » le bout du pivot de la verge de balancier, » qui roule dans le talon *f,* de la potence. Ce » talon est arrondi en goutte de suif par-des- » sus, afin de retenir l'huile du pivot entre » cette partie sphérique et la plaque E. Les » pieds 1, 2, de la potence entrent très-juste » dans des trous faits à la petite platine. »

» Pour que l'huile que l'on met au pivot » intérieur de la roue de rencontre ne puisse » pas être emportée par la palette, Julien Leroi » imagina de recouvrir ce trou d'une plaque » d'acier F, (*fig.* 13), qui s'assemble avec le » lardon même, et il est retenu avec elle par » la vis qui fixe le lardon. Le bout du pivot » de rencontre roule sur cette plaque. Afin » que le lardon d'acier se meuve en même » temps que le nez de potence, celui-ci porte » une cheville *n*, qui entre dans un trou de » la plaque d'acier.

» Pour retenir l'huile de ce pivot, le nez de » potence *m*, est arrondi par-derrière en goutte » de suif, de la même manière que pour le » nez de potence. On doit à MM. Sully et Ju- » lien Leroi cette excellente méthode de con- » server l'huile aux pivots.

»On voit en G, (*fig.* 13) la plaque d'acier as- » semblée avec le lardon. »

## § II. — *Montres selon le nouveau système de Bréguet.*

Les montres construites d'après le système imaginé par cet excellent horloger, Bréguet, diffèrent essentiellement des constructions que nous avons décrites dans les paragraphes précédens, d'abord par le calibre, ensuite parce qu'il n'emploie que la grande platine, sans piliers, et qu'il supplée à la petite platine par des ponts. Son rouage n'a pas de fusée, et son échappement est ordinairement à cylindre de son invention.

Les montres qu'on nomme à la *demi-Bréguet* sont construites sur le même calibre; elles ne diffèrent que par la forme du pont qui porte le barillet. Nous allons décrire la montre à la demi-Bréguet, nous décrirons ensuite le pont dont nous venons de parler.

La *fig.* 15, Pl. I, montre le calibre de grandeur naturelle. L'on voit en A, le barillet qui a 80 dents; en B, la grande roue moyenne de 64 dents: son pignon a 10 ailes; la petite roue moyenne C, a 60 dents, son pignon 8 ailes; la roue de champ D, a pareillement 60 dents, son pignon 8 ailes; la roue de cylindre E, a 15 dents, son pignon 6 ailes. On voit en F, la grandeur du balancier. Il est facile de se convaincre que cette montre bat 18,000 vibrations par heure.

La *fig.* 1, Pl. *II*, indique ce système sur une échelle plus grande que le calibre, *fig.* 15, Pl. I, afin de faire mieux distinguer toutes les parties de la montre. Le mouvement est vu ici sur la face de la platine opposée au cadran, car, comme nous l'avons dit, il n'y a qu'une platine dans ce système de montres. La platine A a tout autour de sa circonférence une petite portée par laquelle elle repose sur la boîte, avec laquelle elle est fixée par plusieurs clefs à vis.

Le barillet B, dont on ne voit qu'une partie, le restant étant caché par le pont C, C, porte 80 dents sur sa circonférence. Le pont C, C, est fixé sur la platine A, par deux fortes

vis *a*, *a*, et deux pieds. On aperçoit sur ce pont un rochet *b*, en acier, un cliquet *c*, appelé *masse*, mobile sur une vis à gorge ou à portée, continuellement poussé contre les dents du rochet par le ressort *d*, fixé sur le pont par une vis et un pied. Ces deux dernières pièces sont en acier, comme le rochet. Les trois vis qu'on aperçoit sur le rochet, autour de son centre, ne sont pas taraudées dans le pont, comme on pourrait le croire par l'inspection de la figure; elles sont taraudées dans la grande portée de l'arbre, comme on le verra plus bas; car sans cela il ne pourrait pas tourner; elles servent à le fixer avec l'arbre du barillet qui sert à remonter le grand ressort, et le retient par l'encliquetage afin qu'il ne puisse pas retourner en arrière.

C'est dans l'ajustement des pièces qui composent l'arbre du barillet, l'encliquetage, et la forme du pont C, C, que les montres à la Bréguet diffèrent des montres à la demi-Bréguet, dont nous nous occupons actuellement; nous reviendrons sur ces pièces, qui sont différentes; et en les comparant on pourra juger comment elles en diffèrent.

La grande roue moyenne D, est la plus élevée de toutes; elle passe au-dessus du barillet, et même au-dessus du balancier, comme le montre la figure; elle est portée par le pont E, qui est fixé à la platine, comme tous les autres, par une forte vis et trois pieds.

La petite roue moyenne F, portée par le pont G, est placée au-dessous de la grande

roue moyenne D, et au-dessous du balancier.

La roue de champ H, portée de ce côté par le pont I, passe à travers la platine dans une ouverture que l'on voit à la *figure* 2 en M, et va se loger dans une creusure pratiquée dans la barrette N, qui est fixée sur cette face de la platine par deux bonnes vis et deux pieds.

La roue de cylindre qui se trouve cachée dans la figure par le pont K, qui la supporte, et par le balancier, a un de ses pivots qui roule dans le pont K, et l'autre roule dans la barrette N, qui se trouve sur l'autre surface de la platine, et qui sert à recevoir en même temps les pivots inférieurs des deux roues F, et H.

Le coq L reçoit le pivot supérieur du balancier, et c'est dans ce coq que roule le pivot d'en haut, ou supérieur; le pivot d'en bas roule dans un autre pont, qui est placé sur l'autre face de la platine, et qu'on nomme *chariot;* nous le décrirons dans un instant.

Le pont L, dont nous venons de parler, porte une petite oreille *r,* qui reçoit par-dessous, dans un petit trou qu'on y aperçoit, le pivot du piton du spiral. On aperçoit en *m,* une espèce d'aiguille; c'est la queue de la raquette que l'on pousse avec la clef, à droite ou à gauche, pour faire retarder ou avancer la montre. Voici la construction de cette pièce: dans une plaque d'acier mince, assez longue pour aller depuis le bout de l'aiguille *m,* jusqu'à l'extrémité *o,* diamétralement opposée, on perce un trou au milieu de la partie *n*, on la

place sur un arbre, et l'on trace sur le tour les deux traits que la figure présente. On peut même enlever la partie du milieu sur le tour, en ayant soin que le trou soit un peu conique, c'est-à-dire plus étroit sur la surface qui est destinée à appuyer sur le coq L, et plus large sur la partie extérieure. On lime tout le reste selon la forme indiquée par la figure. On ajuste sur le tour une petite pièce d'acier *n*, conique dans le sens inverse du trou de la raquette. Cette pièce se fixe sur le coq au milieu de la raquette, par deux vis. On sent qu'alors la raquette peut tourner facilement autour de la pièce fixe *n*, à frottement doux.

L'oreille *o*, qu'on a conservée au bout de la raquette, porte en dessous deux petites chevilles, distantes entre elles d'un millimètre. C'est entre ces deux chevilles que passe la première révolution du spiral, dont l'élasticité commence à compter à peu près de ce point.

L'échappement est ordinairement à cylindre, cependant on peut y employer tout autre échappement à repos; nous entrerons dans les détails de cet échappement au Chapitre qui en traitera spécialement. Nous nous bornerons à dire ici que dans les montres bien exécutées, les quatre pivots au moins des deux pièces de l'échappement roulent dans des trous pratiqués dans des rubis qu'on rapporte sur la platine ou sur les ponts.

La *fig.* 2 représente la seconde surface de

la platine du côté du cadran, dont la *fig.* 1 montre l'autre surface du côté des roues. On y voit, en P, une ouverture dans laquelle le cylindre qui constitue le barillet proprement dit peut tourner sans aucun frottement contre les parois de l'ouverture P, ce qui donne la facilité d'obtenir un ressort moteur le plus large possible, puisque le barrillet peut s'élever presque jusqu'au cadran. On voit aussi, sur cette même *fig.* 2, une barrette N, appelée *pont*, fixée à la platine par deux vis. Cette barrette reçoit, en *a*, le pivot de la petite roue moyenne; en *b*, celui de la roue de champ; en *c*, celui de la roue d'échappement. Cette barrette est amincie par-dessous, afin de ne laisser au laiton que l'épaisseur nécessaire relativement à la longueur des pivots.

On aperçoit, sur la même *fig.* 2, une seconde barrette O, qu'on nomme *chariot*. Cette barrette porte vers le milieu de sa longueur une partie saillante R, de l'épaisseur de la platine. Cette partie R, entre dans une entaille de même forme, pratiquée dans la platine, et arrive jusqu'à fleur de l'autre surface : l'ajustement n'est pas assez exact pour que cette pièce ne puisse pas prendre un petit mouvement à droite ou à gauche de trois ou quatre degrés au plus; on verra dans un instant l'utilité de cette construction. On fixe d'abord ce chariot par une vis *s*.

Le coq L, (*fig.* 1) n'est pas fixé par la vis *t* sur la platine. Il est fixé par cette même vis

sur la partie R, du chariot O, (*fig.* 2), et par trois pieds qu'on y voit indiqués. On voit en *d*, sur le même chariot, la place du pivot du cylindre. On concevra actuellement avec facilité que si les deux pièces sont bien ajustées et fixées invariablement entre elles, que de plus le *chariot* O, soit fixé sur la platine par la vis *s*, le point *d*, où se trouve le pivot d'en bas du balancier, pourra décrire un petit arc de cercle autour du point *s*, et que par ce moyen le cylindre pourra s'éloigner ou s'approcher du centre *c*, de la roue, et que par là on pourra rectifier à volonté l'échappement, si l'on s'apercevait qu'en plaçant les deux pièces qui le composent on avait commis quelque erreur.

Pour parer à cet inconvénient, on noie dans la platine une vis T, à large tête; cette vis porte une entaille *v*, dans laquelle s'engage une goupille d'acier fixée à la queue du chariot; de sorte qu'en tournant avec un tourne-vis un tant soit peu la tête à droite ou à gauche, on imprime au cylindre un mouvement qui l'approche ou l'éloigne suffisamment de la roue; lorsque l'échappement est fixé, on marque un repère sur la platine, et on serre la vis *t* du coq; alors l'échappement est irrévocablement fixé.

Ce qu'il nous importe le plus de considérer en ce moment, c'est la construction de l'arbre du barillet, qui n'est point la même dans le système de Bréguet et dans celui à la demi-Bréguet. Nous ne connaissons pas l'inven-

teur de cette dernière construction; il paraît que celui qui en a eu la première idée ne l'a adoptée que parce qu'il trouvait la construction de l'ingénieux Bréguet trop difficile à exécuter. Il paraît que ce système a été généralement admis dans toutes les fabriques de Paris, et que ce n'est que dans celle de Bréguet que l'on a conservé presque exclusivement la construction imaginée par cet habile horloger. Nous allons d'abord décrire le système à la demi-Bréguet, qui fera mieux concevoir l'autre.

La *figure* 3 donnera une idée de l'ajustement de l'arbre du barillet des montres à la demi-Bréguet. La tige entière, d'une pointe à l'autre, depuis *a* jusqu'en *b*, y compris la plaque circulaire *d*, est d'une seule pièce. Le barillet est compris avec son couvercle dans la hauteur *c*, vers le milieu de laquelle on aperçoit un trou *n*, percé de part en part. Sur cette partie *c*, cylindrique, on ajuste un cylindre d'acier *m*, dont le diamètre est égal au tiers du diamètre intérieur du barillet; c'est sur cette pièce que se roule le ressort moteur. Mais comme ces deux pièces doivent être solidement et invariablement fixées ensemble, on perce ces deux trous à la fois, après avoir placé à frottement dur ces deux pièces l'une sur l'autre. On les fixe ensemble par une bonne goupille d'acier qu'on laisse déborder d'un côté, afin d'y pratiquer un crochet capable de retenir parfaitement le ressort. Comme c'est sur la plaque *d*, que doit

frotter le barillet, et que ce frottement serait considérable si on le laissait exister de tout le diamètre de la pièce, on la tourne en plan incliné, de manière que le barillet ne puisse appuyer que sur une portée suffisante pour sa solidité, et assez petite pour que le frottement soit le moindre possible.

L'on ménage sur l'arbre de barillet *a*, *b*, (*fig.* 3), une rondelle *f*, de l'épaisseur du pont C, C, (*fig.* 1), et l'on ajuste ensuite, par-dessus, le rochet *g*, qui tient par trois vis avec cette rondelle, comme on le voit en *b*, (fig. 1).

On voit dans les *fig.* 4, 5, 6, 7, 8 et 9, les détails du pont à la Bréguet, et de l'ajustement de son arbre de barillet.

La *fig.* 4 montre le pont vu par-dessus, tout monté avec son ressort d'encliquetage.

La *fig.* 5 fait voir le même pont par-dessous, mais sans le ressort que l'on voit séparément à côté (fig. 6).

La *fig.* 7 montre l'arbre du barillet en profil, et à côté en *q*, le rochet vu de face.

La *fig.* 8 fait voir, sur une échelle quadruple, l'ajustement de la pièce d'acier qui augmente la grosseur de l'arbre selon les proportions requises, et qui porte le crochet pour retenir le ressort. Toutes les autres figures sont sur une échelle double, pour un calibre d'une grandeur ordinaire. Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans toutes ces figures.

Le pont (*fig.* 4) n'est pas d'une seule pièce; il est composé de deux parties : 1° le pont

proprement dit, dont on peut considérer l'épaisseur dans la partie supérieure *b*, *b*, (*fig.* 9), divisée en trois parties égales, l'une *m*, qui fait une seule pièce avec le pont; la seconde, *b*, *b*, qui porte un canon *a*, qui tient avec le pont par deux vis *b*, *b*, (*fig.* 4); la troisième, qui est creusée dans la partie massive du pont, et qui sert à loger le rochet d'encliquetage. Le canon *a*, dont nous venons de parler, sert à recevoir le bout de la clef, lorsqu'on veut remonter la montre, afin de garantir les autres pièces de tout accident causé par maladresse.

Le ressort d'encliquetage *d*, *c*, est aminci depuis *f*, jusqu'en *e*, d'environ moitié de son épaisseur, afin de ne lui laisser que la force suffisante. Il a une fenêtre ou dégagement alongé en *g*, qui laisse affleurer les dents du rochet. La partie supérieure *c*, est limée en plan incliné, afin de se loger entre les dents du rochet et les empêcher de rétrograder. Ce ressort est fixé sur l'épaisseur du pont par une vis et deux pieds, comme le montre la *fig.* 6.

L'arbre du barillet (*fig.* 7) est en acier et d'une seule pièce, compris le rochet *s*, que l'on voit de face à côté en *q*. La partie *o*, *n*, est limée en carré; tout le reste est rond, à l'exception des deux tiges *p*, et *r*, que l'on fait carrées pour le remontoir. Sur les deux angles opposés de la même diagonale, on fait deux petites entailles *o*, *n*, et l'on place à carré, sur cette partie, un cylindre d'acier, dont le diamètre est égal au tiers du diamètre intérieur

du barillet. La *fig.* 8, faite sur une échelle double des autres figures, fera concevoir cet ajustement. Sur le prolongement de la diagonale du carré *r*, qui est au centre, on perce un trou de chaque côté et à la même distance des deux angles. Après avoir taraudé ces deux trous, on y ajuste deux petites vis à tête plate, noyée ; on fait à chacune d'elles une entaille à angle droit, suffisante pour laisser passer le carré. Lorsque cette pièce est en place, on fait tourner chaque vis d'un quart de tour ; la partie pleine des vis se loge alors dans les entailles *o*, *n*, les vis servent de clef, et cet assemblage est parfaitement solide. La pièce représentée par la *fig.* 8 porte le crochet qui saisit le ressort moteur au centre.

Dans ces deux systèmes, on a adopté une construction particulière pour la chaussée. Au lieu de percer le pignon qui dans l'ancien système se place à frottement sur la tige prolongée de l'axe de la grande roue moyenne, c'est ici tout le contraire : le pignon de la grande roue moyenne est percé dans son axe d'un bout à l'autre ; on remplace la chaussée par un pignon plein, dont la tige inférieure entre dans le trou pratiqué à ce pignon, à frottement doux, et assez fort pour qu'il soit entraîné comme l'était la chaussée, et cette tige porte le pivot de la grande roue moyenne. Par ce moyen, la tige supérieure du pignon qui remplace la chaussée peut être tenue beaucoup plus petite, et les canons, soit de la roue des heures, soit de la roue des secondes,

qui doivent rouler dessus, éprouvent moins de frottement.

Nous pensons avoir suffisamment décrit, et d'une manière intelligible, ces deux systèmes, pour que tout horloger intelligent puisse nous avoir compris.

Les horlogers de Genève et de la Suisse ont adopté à peu près ces systèmes; mais quand les consommateurs ont vu qu'on pouvait par ces moyens obtenir des montres plates, ils ont mésusé de cette faculté, et ont exigé des montres tellement plates, que les ouvriers, pour leur complaire, se sont mis dans l'impossibilité de se ménager des ressorts aussi larges que dans le système de Bréguet; ils n'ont que très-peu de tigerons aux axes de leurs roues; l'huile gagne promptement les pignons, et les montres sont d'un mauvais service. Il n'est pas rare de voir de ces montres tellement plates que les roues n'ont pas entre elles les jours nécessaires, qu'elles frottent les unes contre les autres, de sorte qu'il est impossible de les faire marcher régulièrement. Nous ne nous prononçons pas formellement contre les montres plates; mais il est une limite au-delà de laquelle la matière se refuse, et qu'un bon ouvrier ne dépasse jamais.

Que dirait Ferdinand Berthoud, lui qui a si bien établi les règles à suivre pour fabriquer la bonne horlogerie, s'il lui tombait sous la main une de ces montres dont nous venons de parler, qui se construisent à

Genève et dans la Suisse, et qu'on désigne sous la dénomination de montres à la Bréguet ou demi-Bréguet? Sans doute il admirerait ces dernières; mais il gémirait avec nous sur les mauvaises constructions par lesquelles on s'efforce de vouloir les remplacer. Le bas prix auquel on les livre, porte avec lui le témoignage irrécusable de leur mauvaise construction.

§ III. — *Des montres à secondes indépendantes.*

Lorsqu'on fut parvenu à faire marquer les secondes aux pendules, on chercha à obtenir le même avantage dans les montres de poche; mais, dans ces petites machines, on rencontra des obstacles que les pendules ne présentaient pas. Les vibrations lentes, dans les pendules, à l'aide d'une lentille lourde et de petits arcs de vibration, sont des moyens certains pour obtenir la plus grande régularité. Dans les montres, au contraire, des vibrations lentes et des balanciers lourds nécessitent de grands arcs de vibration, et tout cela concourt, comme le remarque très-judicieusement Ferdinand Berthoud, à rendre irrégulières ces machines portatives.

Tous les horlogers savent que la montre la meilleure, la plus facile à régler, doit battre de dix-sept à dix-huit mille vibrations par heure; ils ont adopté le nombre de 14,400 vibrations, qu'avait indiquées Berthoud; et, en suivant son calibre, qui place le pignon de la roue de champ un peu au-dessus de six

heures sur le cadran, ils ont placé sur le pivot de ce pignon une petite aiguille légère qui fait son tour en une minute, marque, sur un petit cadran tracé à cette place, et par conséquent excentrique à celui des heures et des minutes, les secondes, qui sont indiquées chacune par quatre divisions égales; et c'est là ce qu'on a appelé des *trotteuses*, parce qu'effectivement l'aiguille a l'air de trotter sur ce cadran.

Cette construction ne satisfit pas les personnes qui voulaient faire des observations exactes, et malgré qu'on eût adopté des échappemens à repos, la petitesse du cadran, les divisions extrêmement rapprochées, et les petits sautillemens de l'aiguille, leur causaient des désagrémens, et rendaient cette construction inutile. Ils désirèrent que les trois aiguilles fussent concentriques, qu'elles marquassent toutes les trois sur le même cadran, et que l'aiguille marquât les secondes mortes. Voici comment on y parvint en faisant battre, pour plus de justesse, un plus grand nombre de vibrations, 18,000, ou 5 vibrations par seconde. On prolongea sous le cadran la roue d'échappement, dont le pivot était porté par un pont très-élevé, et l'on ajusta sur cette tige un petit chaperon qui portait six petites chevilles également espacées. Ces chevilles, fixées perpendiculairement sur la surface du chaperon, faisaient fonction d'un pignon à lanterne qui engrenait dans les dents, en rochet, d'une roue

placée sur la tige de la chaussée. Cette roue à rochet avait 60 dents retenues et fixées par un valet, exécuté avec soin, se mouvant sur deux pivots, et poussé par un ressort très-faible. C'est sur le canon de cette roue qu'était fixée l'aiguille des secondes très-légère, et parfaitement d'équilibre. On conçoit ce mécanisme : chaque fois qu'une cheville pousse une dent de la roue à rochet, elle soulève le valet qui, aussitôt que la dent avait laissé passer l'angle qu'il forme, oblige la roue à sauter d'une division à l'autre, et reste fixe jusqu'à ce qu'une autre cheville vienne la faire avancer de même. La roue de cylindre ayant 15 dents fait faire 30 vibrations au balancier par chacun de ses tours; et comme elle fait 5 vibrations par seconde, elle met six secondes à faire un tour entier; voilà pourquoi le chaperon a six chevilles, et fait sauter six dents au rochet pour battre un pareil nombre de secondes.

On ne resta pas long-temps à s'apercevoir que, quoique cette disposition remplît bien le but qu'on s'était proposé, elle ne laissait pas que d'être très-défectueuse, à cause de la force qu'on empruntait à la roue d'échappement pour soulever le valet et pour faire tourner la roue à rochet. On voulut faire faire cette fonction par le pignon de la roue de champ; mais comme elle tourne en sens contraire, on fut obligé de placer une roue de renvoi, ce qui augmenta les frottemens sans avantage réel, et ce système fut de suite abandonné.

Enfin, pour obtenir cet effet, sans altérer le mouvement de la montre, on imagina de faire marquer la seconde morte par un rouage particulier et indépendant du rouage qui agit sur l'échappement. Ce petit rouage, que nous décrirons dans un instant, a pour moteur un ressort renfermé dans un barillet particulier que l'on remonte séparément avec la même clef. Il n'a d'autre fonction que de faire tourner un rouage destiné à faire marquer les secondes par une aiguille concentrique avec celles des minutes et des heures, et en soixante pas égaux par chaque tour du cadran.

Nous allons donner d'abord les nombres des roues et des pignons de la montre, nous expliquerons ensuite le mécanisme qui fait sauter l'aiguille.

*Nombre des dents des roues et des ailes des pignons pour la montre à secondes.*

| | Dents des r. | Ailes des pign. | Tours en 1 h. |
|---|---|---|---|
| Roue du barillet. . . . . | 60 | | |
| Grande roue moyenne. . . | 72 | 10. . . | 1 |
| Petite roue moyenne. . . | 50 | 8. . . | 9 |
| Roue de champ. . . . . | 48 | 6. . . | 75 |
| Roue de cylindre. . . . . | 15 | 6. . . | 600 |

La roue de cylindre, ayant 15 dents, fait 30 vibrations à chaque tour, et, par conséquent, 18,000 vibrations par heure ou 5 vibrations par seconde.

Le petit rouage est composé de 5 roues et

de 4 pignons, dont voici les nombres et leurs dispositions.

| | Dents. | Pignons. | Tours. |
|---|---|---|---|
| 1re roue sur l'arbre du barill. | 80 | 10. | » |
| 2e roue. | 64 | 8. | » |
| 3e roue. | 60 | 8. | 1 |
| 4e roue qui bat les second. | 60 | 8. | 7 ½ |
| 5e roue. | 48 | 6. | 60 |
| Volant. | | | |

Toutes ces roues sont excentriques à la platine, excepté la quatrième, dont le pignon de 8, qui la porte, est percé comme une chaussée, et roule librement sur la tige de grande roue moyenne qui traverse le cadran.

Le canon de cette quatrième roue porte l'aiguille des secondes, et fait par conséquent un tour entier en une minute; cette aiguille parcourt la circonférence du cadran en 60 battemens égaux, indépendans du mouvement qui fait marquer l'heure et les minutes. Voici comment cela s'opère :

La quatrième roue de ce rouage additionnel fait son tour à chaque minute ou en 60 secondes; elle engrène dans un pignon de 8, auquel elle fait faire 7 tours et demi pendant qu'elle achève son tour. Ce pignon de 8 porte la cinquième roue de 48, qui engrène dans un pignon de 6, qui fait fonction de volant ou de délai; elle lui fait faire 8 tours pendant qu'elle en fait 1, et, par conséquent, il fait 60 tours pendant que la quatrième roue en fait 1, ou bien il fait 1 tour par chaque seconde.

Ce petit rouage est disposé sur la platine

du mouvement, de manière que le volant soit placé tout près du pignon de la roue de cylindre, sans cependant le toucher. Il faut pourtant que ce soient les ailes de ce pignon qui arrêtent la rotation du volant, ou qui lui permettent de tourner : voici comment cela a lieu. Le pignon du volant porte sur sa tige une petite palette en cuivre plus longue que ses ailes, et assez longue pour aller s'engager librement entre les ailes du pignon de la roue de cylindre; alors elle suit le mouvement de la roue de cylindre, tout le temps qu'elle est engagée; mais dès que l'aile du pignon permet à la petite palette de se dégager, elle fait un tour, et va s'engager dans la dent du pignon qui précède, et ainsi de suite, tant que la montre marche. La marche du pignon est suspendue pendant 5 vibrations; c'est-à-dire pendant une seconde, puisque la montre bat 18,000 vibrations.

Une petite détente que l'observateur pousse avec le doigt, arrête à volonté le petit rouage, et l'empêche de marcher lorsqu'il le juge à propos.

Ce moyen, quelque ingénieux qu'il soit, ne présente pas encore le degré de perfection que les machines qui servent à mesurer le temps devraient posséder; surtout celles qui sont destinées à des observations astronomiques. On ne peut pas se dissimuler que le ressort moteur du petit rouage, quelque faible qu'il soit, transmet au volant une force quelconque; ce volant appuie constamment

et par saccades sur les ailes du pignon de la roue de cylindre, en lui communiquant, dans le même sens de sa marche, la force dont il est animé, ce qui augmente celle qui lui est transmise par le ressort moteur. C'est cependant ce que l'on a trouvé de plus parfait jusqu'à présent. On ne peut pas disconvenir que ce moyen ne soit très-ingénieux; il conduira sans doute à une perfection désirable.

### § IV. — *Des montres à répétition.*

On appelle *montres à répétition* des montres de poche qui, toutes les fois qu'on enfonce le poussoir dans l'intérieur de la boîte, sonnent l'heure et les quarts que les aiguilles indiquent. Elles diffèrent des montres simples ou ordinaires que nous avons décrites, par un second rouage uniquement destiné à faire sonner l'heure et les quarts qu'indique le cadran, et par des pièces d'acier qu'on nomme *cadrature*, parce qu'elles sont ordinairement placées sous le cadran. Ces pièces, dans le temps du repos, c'est-à-dire lorsqu'elles n'ont pas été sollicitées à entrer en mouvement, par l'action du poussoir, ont une place déterminée, et ne la quittent jamais. Leurs fonctions sont absolument indépendantes de celles du mouvement du rouage qui fait mouvoir le balancier; de sorte que le mouvement marque la division du temps, comme une montre ordinaire. Ce n'est que dans l'instant où le propriétaire de la montre enfonce le poussoir dans l'intérieur de la boîte, qu'il remonte le ressort

du petit rouage et qu'il le met en mouvement. Cependant ce petit rouage ne déplacera aucune pièce de la cadrature, et la montre ne sonnera pas d'heure, si l'on n'a poussé jusqu'au bout, et jusqu'à ce qu'on ait senti et même entendu un petit bruit. Alors les pièces de la cadrature ont été déplacées; elles sont sorties de leur repos, et pendant que le petit rouage est occupé à les remettre dans leur premier état, il rencontre les levées des marteaux et leur fait sonner sur un timbre, ou sur un ressort d'acier qui en fait les fonctions, autant de coups simples et doubles qu'il y a d'heures et de quarts marqués par les aiguilles. La *fig.* 10, Pl. II, montre les dispositions des pièces de cette cadrature.

Aujourd'hui on trouve, dans le commerce de l'horlogerie de poche, deux systèmes de cadratures, comme nous avons fait connaître deux systèmes de construction pour le mouvement. Nous allons d'abord faire connaître la composition du petit rouage ou du rouage de répétition; nous parlerons ensuite des deux systèmes.

Le rouage de répétition est composé de cinq roues et de cinq pignons. Il est placé sur le bord de la grande platine dans l'espace compris entre la roue de champ et le barillet. L'effet de ce rouage est de régler l'intervalle entre chaque coup de marteau.

La première roue, qu'on nomme aussi grande roue de sonnerie, porte un cliquet et un petit ressort, sur lequel agit un rochet qui

fait partie de l'arbre ou axe de cette roue, ce qui forme un encliquetage qui cède lorsque l'axe tourne en sens inverse de celui dans lequel doit tourner la roue pour imprimer le mouvement à tout le rouage. L'arbre de cette grande roue sert en même temps d'arbre de barillet pour tendre le petit ressort qui anime ce rouage. Ce petit ressort, tourné en spirale, comme celui du mouvement, est placé dans un petit barillet fixé à la petite platine par deux vis. Nous donnerons la description de cet arbre ou axe, dans le Chapitre IV, § 2, où nous traiterons *de la main-d'œuvre, construction de la fusée.* Voici les nombres de ces roues et des pignons :

| | Dents des r. | Ailes des pign. | Révolutions. |
|---|---|---|---|
| Première ou grande roue. | 42 | | 1 |
| Seconde roue. . . . . | 36 | 6. . . | 7 |
| Troisième roue. . . . . | 35 | 6. . . | 42 |
| Quatrième roue. . . . . | 30 | 6. . . | 251 |
| Cinquième roue. . . . . | 25 | 6. . . | 1155 |
| Pignon de délai ou volant. | » | 6. . . | 4812 $\frac{1}{2}$ |

L'axe de la grande roue de sonnerie, indépendamment du rochet d'encliquetage, porte un autre rochet destiné à mettre en mouvement le grand marteau, en soulevant sa levée. Ce rochet est ordinairement divisé en 24 parties égales dont on en retranche ensuite la moitié, afin qu'il n'en reste que 12 destinées à frapper 12 coups pour les 12 heures. En divisant par 24 le nombre 4812 $\frac{1}{2}$, qui exprime le nombre de tours que fait le pignon de délai ou volant pendant un tour de la grande

roue, on aura pour quotient 200 $\frac{1}{2}$, qui exprime le nombre de tours que fera le piguon de délai pour chaque coup de marteau.

Deux marteaux en acier fondu sont placés dans l'intérieur et sur le bord de la cage. Chaque marteau est monté solidement sur un axe en acier trempé, terminé par deux pivots qui roulent l'un dans la petite platine, et l'autre dans la grande, où ils se prolongent, comme on le verra plus bas. La tige du grand marteau est placée entre la roue de champ et la grande roue de sonnerie; son corps passe sous la roue de champ, et sa tête conserve toute la hauteur que permet le rouage, afin qu'elle ait toute la masse possible pour frapper de bons coups. La *fig.* 11 montre le grand marteau et sa levée.

Sur la tige de ce grand marteau est placé un canon d'acier qui porte dans la cage une espèce de dent ou levée *m* (vue à part, *fig.* 12,) qui va engrener dans le rochet de 12 dents qui lui fait frapper les heures. Ce canon, qu'on nomme *levée,* porte une cheville 1, laquelle passe par l'ouverture circulaire 1 (*fig.* 10), pour y opérer les effets dont nous allons bientôt parler. Cette même cheville sert à faire mouvoir le grand marteau lorsque la levée *m* (*fig.* 11) est en prise avec les dents du rochet à 12 dents, dont nous avons donné la description.

Indépendamment de la cheville 1, de la levée, le grand marteau porte lui-même deux autres chevilles 2 et 3, solidement fixées

à vis avec son corps, qui traversent la grande platine, et passent l'une et l'autre à la cadrature à travers les ouvertures circulaires 2 et 3 (*fig.* 10), et dont voici l'usage. La cheville 3 (*fig.* 11) est plus éloignée de l'axe *q* du marteau, que la cheville 2: c'est contre cette cheville qu'agit du côté de la cadrature le ressort *g*, (*fig.* 10). Ce ressort est fort, et, agissant par un levier long, fait frapper des coups forts par le marteau, afin de bien distinguer les heures.

Aussitôt que les heures sont sonnées, ainsi que les quarts, la levée *m*, (*fig.* 11 et 12) est renversée par le moyen que nous indiquerons en décrivant la cadrature. Cette levée ne se trouve plus en prise avec les dents du rochet; la cheville 1, qu'elle porte, s'éloigne du marteau, et n'a plus de prise sur lui. Les quarts sont sonnés par les pièces de la cadrature qui se trouvent en prise avec une autre levée qui est placée sous le cadran, et qui fait moins lever le même marteau, qui par cette raison frappe des coups moins forts.

Tout cela bien entendu, nous arrivons à la description de la *cadrature*, dont la *fig.* 10, Pl. II, montre toutes les pièces en action.

Le *poussoir p*, agissant sur le *talon t*, de la *crémaillère* C, a poussé celle-ci en avant. Dans ce mouvement elle a une double fonction: 1° par son bras *a*, elle tire la chaîne *c*, qui passe d'abord sur la poulie de renvoi B, et s'enroule sur la poulie A, laquelle est ajustée à carré sur l'arbre du petit ressort de la

sonnerie, et porte au-dessus de cette poulie une levée *d*, arrêtée sur cet axe par une goupille qui l'empêche de sortir de sa place. Dans cette première fonction, la crémaillère fait faire presque un tour entier, en arrière, à la poulie A, lorsqu'il s'agit de sonner 12 heures trois quarts; 2° par son second bras *b*, la crémaillère va appuyer sur le limaçon E, dont les divers enfoncemens fixent le nombre de coups qui doivent être frappés pour indiquer l'heure que marque la montre.

Ce limaçon E, est fixé par deux vis à l'étoile D, qui a 12 dents fixées par un ressort à sautoir S. A chaque tour que fait la chaussée, elle pousse une dent du limaçon, c'est-à-dire une dent par heure. Ces deux pièces, le limaçon et l'étoile, sont portées par une tige pratiquée au bout d'une vis F, taraudée dans la pièce d'acier G, que l'on nomme *tout-ou-rien*. Le bout de cette tige F, entre dans un trou pratiqué dans la platine, lequel est suffisamment grand pour laisser à cette tige la facilité de se reculer un peu, lorsque le limaçon est poussé par le bras *b*.

Le *tout-ou-rien* G, est une pièce importante dont il faut bien connaître la construction, afin d'en apprécier les effets, qui se combinent avec ceux de la pièce des quarts, pour éviter les erreurs, en faisant sonner exactement toutes les heures et les quarts indiqués par les aiguilles, ou ne rien sonner du tout. C'est ce qui a fait donner à cette pièce la dénomination de *tout-ou-rien*.

Le *tout-ou-rien* G, a son centre de mouvement au point T, sur la tige d'une vis semblable à la vis F, taraudée dans le *tout-ou-rien*, et qui entre dans un petit canon rivé à la platine, afin de l'élever à la hauteur convenable. Par son autre extrémité, il repose sur une broche à vis *f*, taraudée dans la platine. Cette broche traverse l'épaisseur du *tout-ou-rien*, en passant dans un trou oblong qui permet au *tout-ou-rien* un petit mouvement en arrière au moment où le bras *b* de la crémaillère le lui imprime. Dès l'instant que la pression cesse, le *tout-ou-rien* est ramené à sa première position par le petit ressort *h*, qui agit sur la broche *f*, dans une entaille qui y est pratiquée. La clef *j*, empêche le *tout-ou-rien* de s'élever. Le trou *k*, pratiqué dans cette pièce, est destiné à laisser passer le carré de la fusée, afin de donner la facilité de monter la montre.

Le bout H, du *tout-ou-rien* a une forme un peu courbe et se termine par le sommet d'un angle aigu. C'est sur le sommet de cet angle que vient se placer le bras *m*, de la pièce des quarts pendant son repos.

La pièce des quarts Q est en acier trempé; le centre de son mouvement est en *i;* elle est poussée par le ressort I, pour la faire tomber sur le limaçon des quarts N, porté par la chaussée, et sur lequel elle appuie par son bras *n*. Elle porte 1° trois dents à chaque bout, afin de faire sonner double coup à chaque quart; les trois dents J, agissent sur la levée

du grand marteau, tandis que les trois dents L, agissent sur la levée du petit marteau. Son bras *o*, lorsque le bras *m*, repose sur le bout du *tout-ou-rien*, pousse la cheville 1 de la levée intérieure du grand marteau, et l'empêche d'être en prise avec le rochet de 12 dents, placé dans l'intérieur de la cage. Une cheville *l*, fixée sur la pièce des quarts, sert à mettre cette pièce en prise avec la levée *d*, qui la ramène à son état de repos.

La levée du grand marteau *q*, a deux bras, de même que celle *r*, du petit marteau; le bras supérieur est en prise avec les dents de la pièce des quarts, et le bras inférieur est en prise avec la cheville qui tient à chaque marteau et qui traverse des ouvertures circulaires pratiquées à la platine. Ces levées sont placées chacune sur l'axe de son marteau respectif, dont le bout passe dans la cadrature. Le ressort *g*, comme nous l'avons dit, anime le grand marteau; le ressort *u* anime le petit. Un ressort que nous n'avons pas dessiné sur la figure pour ne pas l'embrouiller, a un double effet; il agit sur une entaille de la levée extérieure *q*, du grand marteau, l'empêche de se soulever et de sortir de sa place, et pousse en même temps la cheville 1, de la levée intérieure du grand marteau pour la mettre en prise avec le rochet de 12 dents: il en est de même du ressort *u*, qui agit de la même manière sur la levée *r*, du petit marteau, à la cadrature.

Comme on n'emploie que deux marteaux pour faire sonner les heures et les quarts, on

obtient l'effet de trois marteaux par le moyen des deux chevilles 2 et 3 (*fig.* 11), qu'on fixe sur le grand marteau, à deux distances inégales de son axe. La levée intérieure fait parcourir un grand espace au grand marteau et donne des coups les plus forts possibles; la levée *q*, de la cadrature fait parcourir un moindre espace au marteau qui frappe moins fort en s'accordant mieux avec l'effet du petit marteau.

Si cette description a été bien comprise, il nous sera facile d'en expliquer les effets, en nous réservant de donner plus bas la construction de la *surprise* du limaçon des quarts, en en développant les parties.

En poussant le bouton ou la queue de la montre, on fait agir le poussoir *p*, sur le talon de la crémaillère *t*, celui-ci pousse la crémaillère C, et lui fait décrire un arc de cercle. Pendant ce mouvement, le grand bras *a*, tire la chaîne *c*, et fait tourner la poulie A, en bandant le ressort du petit rouage. La levée *d*, que porte cette poulie, tourne en arrière et abandonne la cheville *l*, de la pièce des quarts contre laquelle elle appuyait. Pendant ce mouvement, le bras *b*, de la crémaillère atteint le limaçon E, des heures, et pousse un peu en arrière le *tout-ou-rien*. Alors le bras *m*, de la pièce des quarts, ne se trouvant plus soutenu par le *tout-ou-rien*, la pièce des quarts, animée par le ressort I, quitte sa place, son bras *n*, va appuyer sur une des divisions du limaçon des quarts N, et le bras *o*, de la pièce

des quarts, n'appuyant plus sur la cheville 1, de la levée intérieure, cette levée, poussée par le ressort à double effet, revient en prise des dents du rochet de 12 dents, et la répétition peut sonner.

On retire de suite le poussoir, afin qu'il n'exerce plus de pression sur la crémaillère. Alors le ressort du petit rouage le met en mouvement, les heures indiquées par le limaçon des heures sonnent, et la levée *d*, qui en tournant se trouve en prise avec la cheville *l*, remonte la pièce des quarts, qui, agissant sur les levées des marteaux, les fait sonner, après quoi elle la ramène à sa place primitive, où elle est retenue dans le repos par son bras *m*, qui appuie sur le *tout-ou-rien*, et par son bras *o*, elle a renversé la levée intérieure, et l'a placée hors de prise avec le rochet de 12 dents. On voit actuellement que sans le petit recul qu'on a imprimé au *tout-ou-rien*, le rouage aurait filé, sans qu'aucun marteau eût frappé.

Il nous reste à expliquer la construction de la surprise du limaçon des quarts et son effet.

La *fig.* 13, Pl. II, montre la chaussée et le limaçon des quarts vus en perspective et par-dessous. Le limaçon des quarts est composé de deux pièces, le limaçon N, proprement dit, et la surprise S; ces deux pièces sont en acier. Le limaçon N, est rivé sur le pignon de chaussée, au-dessous duquel on laisse un canon pour recevoir librement la surprise, assujétie par une petite *goutte* d'acier placée à frotte-

ment sur l'excédant du canon de la chaussée, de manière à ce que la surprise ne soit pas gênée. La surprise porte une grosse cheville O, rivée comme un pignon, sur cette pièce: la tige qui excède va se loger dans une entaille *y*, (*fig.* 10) faite au limaçon, et lui laisse le jeu nécessaire. La surprise a été imaginée afin que la montre puisse sonner les trois quarts, jusqu'à 60 minutes, et qu'alors dès que l'aiguille marque 60 minutes elle ne sonne aucun quart. Voici comment se produit cet effet.

La cheville O, fait sauter le limaçon d'une dent à chaque heure. Dans ce mouvement elle force la dent opposée de l'étoile à chasser en arrière le sautoir. Lorsque l'angle de la dent de l'étoile commence à passer au-delà de l'angle du sautoir, alors le ressort, qui pousse le sautoir, force celui-ci à remplir l'espace des deux dents, et pousse la cheville O, en avant; celle-ci, qui n'est retenue par rien, cède, et la surprise se présente, de sorte que si l'on pousse le bouton au moment où l'aiguille se trouve sur 60 minutes, la pièce des quarts tombe sur la surprise, et il ne sonne aucun quart.

L'extrémité D de la chaussée (*fig.* 13), est limée en carré; c'est pour porter l'aiguille des minutes. On voit, dans cette figure, que le canon de la chaussée *c*, D, est fendu: cela se pratique aussi dans toutes les montres bien exécutées, afin que ce canon puisse faire ressort sur la tige de la grande roue moyenne sur laquelle il entre à frottement, assez doux

pour pouvoir tourner aisément l'aiguille des minutes de côté et d'autre, et que ce canon ne grippe pas sur cette tige, comme cela arrive quelquefois. Cette précaution n'est pas prise, comme l'ont cru certaines personnes, qui ont pensé qu'on y ménage de petites fentes longitudinales, dans lesquelles on glisse un peu d'huile en les remontant. C'est une erreur, les horlogers se garderaient bien de mettre de l'huile dans ces fentes; car, outre qu'elle ne tendrait qu'à alibrer la chaussée sur la tige qui la porte, au point que cette tige ne pourrait plus la mener, cette huile se communiquerait au pignon, et de là à la roue de renvoi, et ne formerait que du cambouis, qui finirait par arrêter la montre. Ces fentes ont un double but : 1° elles servent à faire un peu ressort sur la tige, comme nous l'avons dit; 2° à pouvoir la sortir de sa place si elle venait à gripper, en y introduisant un peu d'huile, qui, en s'insinuant entre elle et la tige, la rendrait libre; mais l'horloger a soin ensuite d'enlever cette huile entièrement, lorsqu'il a pu sortir la chaussée. Ce *grippement*, nous ne l'ignorons pas, fait le désespoir des horlogers; mais les bons ouvriers font une pommade avec de l'huile et de la cire, dont ils mettent un atôme sur la tige de grande roue moyenne. Cette légère pommade ne coule pas comme l'huile et ne cause aucun des désagrémens que l'huile entraîne.

Nous avons dit (*page* 43) qu'on trouve aujourd'hui dans le commerce deux systèmes

de répétitions de poche; nous venons de décrire le système ancien perfectionné par les meilleurs artistes. Il nous reste à dire un mot du nouveau système adopté pour les montres plates connues dans le commerce sous la dénomination de *calibre à la Lépine.*

Il paraît que c'est à Lépine que l'on doit l'idée du nouveau système qui, selon nous, n'est pas fort heureux. Toutes les pièces sont les mêmes que dans la répétition que nous venons de décrire. Il supprima la chaîne *c*, et la poulie B, de renvoi. Il donna une nouvelle disposition à toutes les pièces de la cadrature afin de rapprocher la poulie A de la crémaillère. Il dessina sa crémaillère de manière qu'elle se terminait par un arc de cercle dont la longueur était égale à la circonférence de la poulie. A il plaça ces deux pièces l'une contre l'autre et assez près pour que la crémaillère, par un frottement dur, entraînât la poulie.

On voit qu'ici l'auteur avait puisé cette idée dans les premières répétitions où la crémaillère était dentée, et engrenait dans un pignon porté par l'arbre du petit barillet, et le faisait tourner. Cet effet produit par l'engrenage était immanquable; mais vouloir l'obtenir par le simple frottement, c'est une prétention que nous ne saurions approuver, puisque cette construction tend continuellement à détruire l'effet qu'on a voulu obtenir.

Bréguet a fait quelques changemens dans la cadrature des répétitions, dont nous devons

dire un mot. Cet habile horloger a supprimé la chaîne et les deux poulies sur lesquelles elle s'enroulait dans les anciennes cadratures. Cette suppression a nécessité un changement de forme dans la crémaillère, à laquelle il a donné des dents qui engrènent dans un pignon placé à carré sur la tige de l'arbre du barillet du petit rouage. Il a obtenu par là un peu plus de place vide dans la cadrature, et il a remédié à un des accidens notables des répétitions, l'alongement de la chaîne qui faisait mécompter, et dont la réparation faisait souvent perdre beaucoup de temps.

### § V. — *Des montres à réveil.*

L'on appelle *montre à réveil*, une horloge de poche qui, indépendamment du mécanisme commun à toutes les montres, et qui sert à faire connaître la division exacte du temps, a un autre petit rouage qui, à un moment déterminé, et à l'aide d'un double marteau qui frappe sur un timbre, produit un bruit suffisant pour éveiller une personne endormie.

La construction des réveils a beaucoup varié depuis la première idée que l'on eut de l'appliquer aux montres de poche. Les plus simples, tels que les décrit Ferdinand Berthoud, étaient ceux qui portaient un petit cadran placé au centre du cadran de la montre, et qu'on faisait tourner à la main ; mais ce cadran était désagréable à la vue, et il était difficile à bien placer.

Lepaute, dans son *Traité d'horlogerie*,

pag. 115, a donné la description de la construction qui a été généralement adoptée, qui est beaucoup plus sûre et plus élégante que toutes celles que l'on avait adoptées jusqu'alors. Nous allons la reproduire.

La *figure* 14, Pl. II, montre au trait les pièces qui sont sous le cadran et qui constituent ce genre de réveil. On voit, dans cette même figure, en pointillé, les roues du mouvement, celles du réveil, et son marteau.

Le rochet A, est la pièce qui fait mouvoir le marteau F, G, avec une grande rapidité. Le rouage qui fait mouvoir le rochet A, se compose de deux roues et deux pignons. La roue C, est portée par un barillet qui renferme un grand ressort qui anime cette roue; elle engrène dans un pignon porté par la roue B, laquelle engrène dans un pignon dont la tige s'élève sous le cadran et porte le rochet A.

La tige du marteau F, G, passe sous le cadran et porte en D, carrément une palette qui engrène dans les dents du rochet; elle porte en même temps une fourchette qui reçoit entre ses deux fourchons une dent portée par la pièce E, qui porte une seconde palette qui va pareillement engrener dans les dents du même rochet A. On voit que ces deux pièces forment entre elles une espèce d'échappement à double levier.

Lorsque le rochet est libre, il fait mouvoir alternativement le marteau qui va frapper sur la boîte ou sur un timbre. Mais lorsque le réveil ne doit pas sonner, le marteau se trouve

engagé par une goupille *a*, placée perpendiculairement sur sa tige dans l'extrémité de la détente.

La détente N, *a*, est mobile autour d'un axe horizontal L, I, en sorte que lorsque son extrémité N, a la liberté de descendre, le ressort K, M, qui presse toujours de bas en haut, fait élever la partie *a*, qui dégage la goupille et le marteau.

Tout se réduit donc à concevoir comment cette partie N, de la détente, a la liberté de descendre à l'heure où le réveil doit sonner, et pourquoi, tout le reste du temps, elle est relevée, malgré le ressort M, K, qui tend à l'abaisser. Pour cela, on doit concevoir que la roue de cadran ou des heures est placée sous la partie N, de la détente qui est appuyée sur cette roue. Sur le cadran et sous l'aiguille des heures Q, S, *fig.* 15, est placée l'aiguille du réveil P, O. Cette dernière aiguille est entaillée en *c*, et cette entaille se termine en plan incliné vers P. Cette aiguille est fixée sur le cadran, à frottement doux, par une clavette. Le canon de l'aiguille des heures Q, S, passe sans frottement à travers le trou de l'aiguille de réveil, et lorsqu'on la place pour l'engager sur le canon de la roue des heures, on fait en sorte que la cheville Q, se trouve dans le fond de l'entaille *c*. Il suit de là que lorsque l'aiguille des heures tourne, elle monte le long du plan incliné, et entraîne avec elle la roue de cadran.

Lorsqu'on a placé l'aiguille du réveil P, O,

sur l'heure à laquelle on veut être réveillé, la cheville Q, qui tient la roue de cadran élevée, et par conséquent le bras N, du levier N. *a*, *fig.* 14, se promène sur le plan de l'aiguille du réveil; mais dès l'instant qu'elle rencontre l'entaille *c*, l'aiguille des heures et la roue de cadran s'enfoncent de la même quantité, le bras N, s'abaisse, le bras *a*, se relève, la goupille *a*, du marteau est dégagée, le rouage du réveil roule, et le marteau frappe.

La pièce d'arrêt T, sert à déterminer le nombre de tours que l'on peut faire faire au ressort contenu dans le barillet, en remontant le réveil. La palette X, fixée sur l'axe du barillet, lorsqu'on monte le réveil, accroche successivement les dents 1, 2, 3, et au dernier tour vient se reposer sur la partie pleine et relevée 4.

L'usage de la pièce R, H, V, est de faire cesser promptement et avec précision le mouvement du réveil. En effet, lorsque le réveil commence à sonner, l'extrémité R, de la pièce R, H, V, étant sur la partie 4, la plus relevée de la pièce d'arrêt, son autre extrémité V, est écartée de la cheville, et ne gêne point le mouvement du marteau; mais au moment où le ressort aura achevé ses cinq tours, et que la palette X, sera prête à se reposer en X, la partie R, tombera dans la première entaille et l'autre extrémité V, qui a une petite ouverture demi-circulaire pour embrasser la cheville *a*, arrêtera subitement le marteau.

## CHAPITRE II.

### DES HORLOGES APPELÉES PENDULES.

On désigne sous le nom de *pendules*, des horloges d'appartement, qu'on appliquait autrefois contre les murs, et qu'on place ordinairement aujourd'hui sur les cheminées, sur les secrétaires, sur des consoles, etc. Pour ne pas confondre *le pendule*, qui sert ordinairement de régulateur aux machines qui servent à mesurer le temps, et qui ne sont pas portatives, avec ces mêmes machines que l'on nomme vulgairement *pendules*, nous désignerons celles-ci sous le nom d'*horloges-pendules*, afin de réserver la dénomination seule de *pendule* au régulateur des horloges qui ne sont pas portatives, quelles que soient leurs dimensions.

Nous ne parlerons pas ici des boîtes dans lesquelles sont renfermés les rouages de ces pendules; elles ne sont pas du ressort de l'horloger pendulier, qui ne s'occupe que des mouvemens.

Le mouvement des horloges-pendules est composé de deux rouages : l'un sert pour mesurer la division du temps, l'autre pour la sonnerie. Quelquefois on ajoute un second rouage de sonnerie qui sert pour faire sonner les quarts; de sorte qu'il y a deux rouages pour la sonnerie, l'un qui sert à faire sonner les quarts et les quatre quarts avant l'heure, et

l'autre qui est spécialement destiné à faire sonner les heures seulement. Nous reviendrons sur cette partie après avoir décrit les *horloges-pendules* ordinaires.

Nous divisons ce Chapitre en trois paragraphes, dans lesquels nous traiterons : 1° des *horloges-pendules*, qu'on désigne sous le nom de *régulateurs ;* 2° des *horloges-pendules* ordinaires ; 3° des *horloges-pendules* à répétition et à quarts par le même rouage.

### § Ier. — *Des horloges-pendules appelées régulateurs.*

Les horlogers sont dans l'usage de désigner sous le nom de *régulateurs* des horloges à long pendule battant la seconde, et marquant les heures, les minutes et les secondes par trois aiguilles ordinairement concentriques. Il n'est pas un seul horloger qui n'ait dans son atelier un régulateur de cette espèce qui lui sert à régler les montres ou les horloges-pendules qu'il exécute ou qu'il raccommode. Ces sortes de régulateurs, lorsqu'ils sont construits avec tous les soins que l'art exige, sont aussi nommés horloges astronomiques. Notre cadre ne nous permet pas d'entrer dans tous les détails que Ferdinand Berthoud a si bien développés dans son *Essai sur l'horlogerie.* Il nous suffira d'indiquer au lecteur le Chap. XXIV du tome II, page 143, de cet ouvrage important, que tous les horlogers devraient connaître.

On verra tous les soins qu'a pris ce savant

horloger pour arriver à une exécution parfaite de cette machine, qui va un an sans remonter. Le seul changement que nous proposerons à celui qui voudrait l'exécuter, serait de substituer à l'échappement à la Graham, l'échappement à chevilles de Lepaute, qui n'était pas encore connu lorsque Berthoud écrivit son *Essai sur l'horlogerie*, mais qu'il décrivit ensuite avec éloges dans son *Histoire de la mesure du temps par les horloges*, tome II, page 30, et *Traité d'horlogerie* par Lepaute, page 191, que nous décrirons au Chapitre des échappemens.

§ II. — *Des horloges-pendules ordinaires.*

Les *horloges-pendules* ordinaires ou de cheminée sont le plus souvent à deux rouages, dont un est destiné à la sonnerie. Ces horloges sont ordinairement à pendule ou balancier long. C'est la hauteur de la boîte dans laquelle est renfermé ce mécanisme qui détermine la longueur du pendule, et par la même raison le nombre de vibrations que l'horloge doit battre par heure. On trouvera dans le Chapitre du régulateur des montres et des pendules, une table des longueurs des pendules pour chaque nombre déterminé de vibrations par heure.

Ces horloges-pendules sont à ressort, et vont ordinairement quinze jours sans être remontées. La sonnerie est animée pareillement par un ressort renfermé dans un barillet dont la roue a 84 dents. Cette roue engrène dans

un pignon de 12, porté par la seconde roue de 72 dents; l'arbre de celle-ci porte sur la petite platine, et à carré, la *roue de compte* ou *chaperon* qui a 12 entailles inégales pour fixer le nombre de coups que doit frapper le marteau, relatifs à l'heure marquée sur le cadran. La seconde roue de 72 dents engrène dans un pignon de 8 de la troisième roue de 60 dents, qu'on nomme roue de chevilles. Elle porte dix chevilles également espacées, destinées à lever le marteau. La roue qui suit se nomme roue d'*étoteau;* elle a 64 dents, elle fait un tour à chaque coup de marteau, et porte une seule cheville pour arrêter la sonnerie. La roue d'étoteau, qui porte un pignon de 6, engrène dans un pignon de 6 qui porte la roue suivante, qu'on nomme *roue de délai,* qui a 48 dents. Celle-ci engrène enfin dans un pignon de 6, qui porte le volant.

Cette construction à l'aide de la roue de compte est sujette à quelques inconvéniens. Il arrive assez souvent que la sonnerie mécompte, c'est-à-dire qu'elle sonne une heure différente que celle que les aiguilles marquent; alors on est obligé de mettre l'aiguille sur l'heure que la pendule sonne, et à faire tourner les aiguilles, en s'arrêtant à 30 minutes et à 60, afin de donner le temps à la sonnerie de sonner les heures indiquées; sans cela la sonnerie mécompterait. On verra plus bas comment on a remédié à cet inconvénient.

On voit quelquefois de ces pendules qui sont à répétition; alors elles ont un petit

rouage de plus analogue au rouage de répétition des montres; elles ont aussi une cadrature basée sur les mêmes principes. Un cordon, qui enveloppe une poulie placée sur l'arbre du barillet du petit rouage de répétition, sert à monter le ressort lorsqu'on veut faire répéter la pendule.

Nous ne décrirons pas ces diverses constructions, que l'on trouve, avec les figures nécessaires à leur intelligence, dans tous les ouvrages qui ont traité de l'horlogerie, et principalement dans le *Traité d'horlogerie* de Thiout l'aîné; *Essai sur l'horlogerie*, par Ferdinand Berthoud; *Traité d'horlogerie*, par Lepaute; *Encyclopédie méthodique des arts et métiers*, au mot *Horlogerie*, etc., etc. Nous ne pourrions que répéter ce que ces auteurs ont dit, sans aucune utilité réelle pour le lecteur.

§ III. — *Des horloges-pendules à sonnerie, à quarts et à répétition par le même rouage.*

L'invention de ces horloges à pendules date presque de la naissance de l'horlogerie, où l'on voyait des montres de poche et des horloges d'appartement faisant ces quatre fonctions, y compris la division ou la mesure du temps; on les appelait, par cette raison, montres ou horloges à quatre parties. On peut en voir la description dans les ouvrages que nous avons cités dans le paragraphe précédent; le lecteur sera vivement surpris du nombre de pièces dont on avait surchargé ces cadratures.

Une de ces pièces nous tomba entre les mains: c'est celle dont nous parlons au Chapitre IV *des Échappemens*, § 7; elle appartenait à l'ancien évêque de Montauban en 1784. Comme nous avions toute latitude pour en faire une bonne machine, nous n'hésitâmes pas à changer toute la cadrature, dans le seul intérêt du perfectionnement de l'art.

La *fig.* 1, Pl. III, montre cette cadrature. Les deux crémaillères A, et B, ont le même centre en C. Voici comment elles sont ajustées: la crémaillère A, porte un axe sur lequel elle est rivée, et deux pivots dont l'un roule dans la platine, et l'autre dans un pont fixé sur la platine par une bonne vis et deux pieds; cette crémaillère est tout près de la platine avec un jour suffisant. Elle porte 12 dents en forme de scie et peu profondes sur la surface convexe; elle porte intérieurement sur la surface concave 12 autres dents en rochet, mais plus saillantes que les premières.

La crémaillère B, est rivée sur un canon en laiton, dont le trou est bien ajusté avec la tige cylindrique de l'arbre de la crémaillère A, qui surpasse cette crémaillère. On réserve un jour suffisant entre les deux crémaillères, afin qu'elles ne frottent pas l'une sur l'autre. Elles sont l'une et l'autre en cage entre le pont et la platine. La crémaillère B, n'a que trois dents en dehors et en dedans, semblables à celles de la crémaillère A.

La crémaillère A, porte un bras D, fixé sur elle par deux vis; ce bras, lorsque la crémail-

lère est libre, va tomber sur le limaçon des heures porté par l'étoile E, et règle par là le nombre de coups que doit sonner l'horloge.

La crémaillère B, porte pareillement un bras F, fixé de même par deux vis sur cette crémaillère. Ce bras va tomber sur les divisions du limaçon des quarts G, qui détermine le nombre des quarts qu'elle doit sonner.

Une détente H, sans cesse poussée vers les crémaillères par le ressort I, retient les dents des crémaillères au fur et à mesure qu'elles sont relevées par les deux dents du pignon J, porté à carré à la cadrature par le prolongement de la tige de la roue d'étoteau, qui porte deux chevilles diamétralement opposées, et qui servent à arrêter le rouage, lorsque le bec de la détente est entré dans la dernière dent des deux crémaillères qui est la plus profonde, permet à la pièce K, rivée sur la détente, et qui, après avoir traversé la platine et avoir pénétré dans le rouage, vient se présenter devant une des chevilles d'étoteau et arrête le rouage.

Le pignon J, porte aussi à carré une pièce sous la forme d'une S, qui sert à relever la détente, comme on va le voir.

La pièce L, est la détente principale, qui met en jeu toute la machine, lorsqu'elle agit par l'impulsion du mouvement. Cette pièce a son centre de mouvement au point *a*, sur un petit axe porté par la platine et un petit pont. Elle est continuellement sollicitée à se mouvoir en

avant, c'est-à-dire vers G, par l'effort du ressort *b*. Cette détente porte à charnière au point M, la pièce horizontale M, N, O. C'est cette dernière pièce qui fait détendre le rouage, et voici comment : La pièce L, M, porte un talon en *c*, qui est en plan incliné du côté de L, et coupé horizontalement dans la direction du centre G. La roue des minutes, qui passe sous le limaçon des quarts G, porte 4 chevilles, placées vers les quatre extrémités de deux diamètres perpendiculaires l'un à l'autre. Trois de ces chevilles consécutives sont un peu plus près du centre que la quatrième. Ces trois chevilles ne poussent la détente H, que de la quantité nécessaire pour faire passer la crémaillère des quarts; la quatrième permet à la détente L, de pousser plus loin, alors les deux crémaillères tombent en même temps, celle des heures tombe, fait sonner les heures, tandis que celle des quarts est soutenue par le limaçon, et il ne sonne aucun quart après l'heure. Nous allons voir dans un instant la différence pour la faire répéter.

La détente L, en reculant, entraîne la pièce horizontale M, N, O. On voit qu'au point O, cette pièce est plus étroite et présente une sorte d'escalier : la pièce L, M, en se reculant, par l'effet d'une des quatre chevilles, fait tomber l'encoche O, au-devant de la partie supérieure de la détente H, et lorsque la cheville est passée, le ressort *b*, pousse la pièce L, M, et par conséquent la pièce N, O, qui fait reculer la détente H, dégage le rouage, et

laisse tomber les crémaillères. Alors les dents J, relèvent les crémaillères, la pièce en S, qu'elles portent, soulève la branche N,O, l'empêche d'accrocher la détente H, jusqu'à ce que toutes les heures et les quarts aient achevé de sonner; alors la détente H, s'avance autant que le permet la dernière dent des crémaillères qui est la plus profonde, et la palette K, arrête le rouage. En tirant, à l'aide du cordon *d*, la détente H, en arrière, on dégage les crémaillères, et le rouage de la sonnerie sonne d'abord les heures, ensuite les quarts.

Lorsque la crémaillère des heures a achevé sa course et qu'elle s'est élevée autant que cela lui est permis, elle rencontre le bout du levier *f*, qui met en prise la levée du marteau des quarts avec les chevilles de la troisième roue, pour faire sonner les doubles coups à chaque quart. Voici comment cela s'opère.

Le levier *f*, *g*, *h*, (*fig.* 2) mobile sur le point *i*, derrière la petite platine, appuie par le point *h*, sur le bout du pivot *m*, de la levée du marteau des quarts; l'autre pivot *l*, vient appuyer par sa pointe sur la tête du ressort *k*, de manière que lorsque la crémaillère A, est au plus haut de sa course, comme la représente la figure 1, le bras de levier *h*, est poussé en avant, le bras *n*, est en prise avec les chevilles, et la levée *p*, fait mouvoir le marteau; mais aussitôt que la crémaillère A, est tombée, le ressort *k*, repousse la levée, elle ne se trouve plus en prise avec les chevilles, et le marteau

des heures sonne seul un coup à chaque heure.

Nous ne connaissons rien de plus simple que cette construction, qui a été généralement adoptée, et qui est une application du système suivi de temps immémorial dans les horloges qu'on appelle de Comté.

## CHAPITRE III.

### DES GROSSES HORLOGES OU HORLOGES DE CLOCHER.

C'est depuis un siècle environ que l'on a reconnu le grand avantage qui résulte de placer dans un même plan horizontal toutes les roues d'une grosse horloge, au lieu de les disposer les unes au-dessus des autres dans une cage verticale, comme on le faisait auparavant. Cette construction supprime la hauteur de la cage; elle rend les frottemens moindres et les engrenages plus constans et moins sujets à varier par l'usure. Il n'entre pas dans notre plan de nous étendre sur ces constructions, qu'on trouve détaillées dans les ouvrages que nous avons cités, et que le lecteur peut consulter avec fruit.

Nous ne décrirons pas non plus les remontoirs que l'on adapte actuellement à ces horloges, et qui tendent à augmenter la régularité de la marche du mouvement. Voici la définition que donne de ce mécanisme F. Berthoud, *Histoire de la mesure du temps pour les horloges*, t. II, page 40.

« On appelle *remontoir,* dans les horloges, une mécanique fort ingénieuse, dont le but est de procurer une parfaite égalité à la force qui entretient le mouvement du régulateur, et de telle sorte que cette force ne participe ni aux inégalités des engrenages et des frottemens, ni à celle du moteur, et par conséquent à conserver une constante égalité dans l'étendue des arcs de vibrations du régulateur. Pour remplir ce but, on a employé deux forces motrices. La première est celle qui fait tourner les roues du rouage, celle-ci se remonte *à la main,* tous les jours ou tous les huit jours; la seconde force motrice, au contraire, est renouvelée à chaque instant, ou au moins dans des périodes très-courtes par le premier moteur; en sorte qu'elle est réputée constante et d'égale action. Nous nommerons ce mécanisme *remontoir d'égalité,* afin de le distinguer du remontoir ou remontage ordinaire des horloges.

» Les anciens artistes qui se sont occupés de perfectionner les horloges à balancier ont reconnu depuis long-temps la nécessité de conserver à ce régulateur une égale étendue d'arcs, afin d'obtenir de l'horloge toute la justesse dont elle était susceptible. C'est à cette idée, également heureuse et vraie, que l'on doit la première invention du remontoir d'égalité ou d'un moteur secondaire, dont le but est de rendre parfaitement égale et constante la force qui entretient le mouvement du régulateur, et de telle sorte qu'il ne par-

ticipe pas ou ne reçoive pas les forces inégales que causent les variations des frottemens des pivots du rouage, celles des engrenages, l'inégalité de la force motrice, etc. On doit à Huygens la première idée de ce mécanisme; il en fit usage dans la première horloge marine à pendule. Leibnitz, après lui, a proposé le même moyen : Gaudron et d'autres artistes en ont aussi fait usage; Thomas Mudge, célèbre artiste anglais, imagina en 1794 le meilleur remontoir jusqu'alors connu. Enfin, de nos jours, le célèbre Bréguet a imaginé, sous le nom d'échappement à force constante, le meilleur remontoir que l'on connaisse. »

Cet ingénieux mécanisme, le remontoir d'égalité, est aujourd'hui généralement adopté dans la construction des grosses horloges soignées. L'on a remarqué avec satisfaction, à l'exposition de 1827, la belle horloge exécutée par M. Wagner, à côté de laquelle s'arrêtaient tous les connaisseurs. Le rouage du mouvement n'avait aucune action sur la roue d'échappement; il n'était occupé qu'à remonter, toutes les deux minutes, un petit poids qui agissait directement sur cette roue.

On voit au palais de la Bourse, à Paris, une très-belle horloge à remontoir d'égalité, exécutée par M. Lepaute avec une grande perfection, par un système différent de celui de M. Wagner, mais faisant les mêmes fonctions.

Chaque artiste a adopté un genre de cons-

truction pour ainsi dire différent, pour chaque remontoir d'égalité; et il y a une si grande quantité d'horloges pourvues de ce mécanisme, qu'il serait au moins superflu de vouloir en entreprendre la description. Dans les ouvrages que nous avons cités à la fin du § 1^er^ du Chapitre II, page 61, on en trouvera plusieurs descriptions qui mettront le lecteur sur la voie d'en imaginer de mille manières différentes.

Jusqu'à ces derniers temps, 1828, on n'avait pu parvenir à faire sonner les quatre quarts avant l'heure, qu'en employant deux rouages pour la sonnerie, dont l'un faisait sonner les quarts spécialement, et l'autre ne faisait sonner que les heures. Le mouvement faisait détendre le rouage des quarts; celui-ci, à chaque heure et après avoir sonné les quatre quarts, dégageait la détente du rouage des heures, qui sonnait ensuite l'heure séparément.

M. Raingo, père, horloger à Paris, s'occupa de la solution de ce problème; il exécuta en 1828 une horloge d'appartement qui n'a que deux rouages et qui sonne l'heure et les quarts, et les quatre quarts avant l'heure, avec précision. Cette horloge est à balancier circulaire, échappement à vibrations libres d'Arnold. Elle marque les heures, les minutes, le quantième du mois, les jours de la semaine et les phases de la lune. Cette pendule est décrite avec figures dans le *Bulletin de la société d'Encouragement de Paris*, du

mois d'avril 1828. Nous citerons ici un fragment du rapport qui en fut fait à cette société, relativement à la pièce la plus importante de cette cadrature, qui est d'une grande simplicité.

« Le limaçon des heures est taillé comme dans les pendules ordinaires sonnant les trois quarts ; il y a en outre une sorte de *surprise* formée par un limaçon mobile, accolé sous le premier et entraîné dans sa rotation générale. Ce limaçon mobile reste sans usage, si ce n'est accidentellement et lorsqu'il devient nécessaire pour faire resonner les quatre quarts. La sonnerie est réglée par un râteau denté, à la manière des horloges du Jura ; la détente, qui l'abandonne à temps, le fait porter sur quelque point du contour du limaçon, et en s'y enfonçant dans une entaille plus ou moins profonde, l'excursion de la descente détermine le nombre de dents passées, et, par suite, le nombre de coups de marteau ; le tout conformément au mécanisme ordinairement usité. Lorsque le tour des quatre quarts arrive, c'est alors que fonctionne la surprise ou le limaçon mobile ; une détente le dérange de sa place accoutumée ; et il se trouve substitué à l'autre. C'est dans cette ingénieuse surprise que consiste le principal mérite de cette invention ; et l'on voit que la pendule ne mécompte point lorsqu'on n'attend pas que les heures aient accompli leur sonnerie totale. C'est ainsi que cela a lieu dans les pendules du Jura qui, sous ce rap-

port, ont servi de modèle à l'auteur. Enfin, une détente mobile se présente de manière à ne permettre de sonner que quatre coups dans les parties du limaçon pour lesquelles la surprise n'est pas nécessaire; car ce n'est que de midi à quatre heures que cette fonction devient utile, à raison de la disposition même des entailles de cette pièce. »

Cette invention sera principalement employée avec avantage dans les horloges de clocher, où l'on désire que les quatre quarts sonnent avant l'heure. On emploie très-rarement cette disposition dans les horloges de cheminée ou d'appartement.

## CHAPITRE IV.

### DE LA MAIN-D'OEUVRE, OU DE L'EXÉCUTION DE QUELQUES PIÈCES IMPORTANTES DES MACHINES QUI SERVENT A MESURER LE TEMPS.

Après avoir décrit la construction que les horlogers les plus habiles ont adoptée dans les montres et dans les pendules qui servent à mesurer le temps avec la plus grande régularité, nous devons donner quelques détails sur la main-d'œuvre, c'est-à-dire sur l'exécution de quelques pièces les plus importantes de ces machines. Nous diviserons ce Chapitre en autant de paragraphes que nous croirons nécessaires pour jeter le plus grand jour sur ces divers objets. Nous traiterons des engrenages et des échappemens dans des Chapitres particuliers.

§ I^er. — *Des métaux employés dans la fabrication des pièces d'horlogerie.*

L'*acier* et le cuivre, vulgairement appelé *laiton*, sont les deux métaux exclusivement employés dans la fabrication de toutes les pièces qui constituent les montres de poche, les pendules de cheminée, d'appartement, les régulateurs, sans en excepter les montres marines. On pense bien que nous n'entendons pas parler des boîtes qui renferment ces machines, dont la construction est étrangère aux horlogers; nous n'entendons parler que des mouvemens.

*De l'acier.* L'horloger n'emploie absolument que l'*acier fondu*, par la raison qu'il est le plus pur et le plus homogène. On le trouve chez les marchands de fournitures, sous toutes les formes usitées, en plaques laminées de toute sorte d'épaisseur, tiré à la filière, soit en fil de toute grosseur, soit en pignons de tout nombre et de tout diamètre, selon l'usage le plus habituel, etc. Cet acier est rarement pailleux, et l'on peut presque le prendre aveuglément.

*Du laiton.* Il n'en est pas de même du *laiton;* ce métal ne se trouve pas naturellement dans les mines, c'est un produit de l'art; il résulte de l'alliage du zinc avec le cuivre rouge, appelé *cuivre de rosette*, dont le meilleur vient de la Suède. Si l'on ajoute de l'étain à cet alliage, il en résulte un métal gras, difficile à travailler; il empâte les limes, et lorsque la

proportion d'étain est considérable, le métal devient si dur qu'il est très-difficile à travailler; c'est absolument du métal des cloches.

Lorsque dans la fabrication du laiton on allie le cuivre rosette avec sept pour cent, au plus, de zinc métallique, et qu'on y ajoute une petite quantité de plomb, on obtient un alliage sec qui se tourne et se lime avec la plus grande facilité. Il faut être cependant très-avare sur l'emploi du plomb; et sur le choix que l'on fait de ce métal, qui doit être très-pur. Il résulte de plusieurs essais que nous avons faits dans la vue de fabriquer un laiton propre aux ouvrages d'horlogerie, que je me suis convaincu qu'on ne pouvait pas employer plus d'un pour cent de plomb: que lorsqu'on en emploie une plus grande quantité, il s'y forme des grains, souvent d'une petitesse extrême, mais qui sont si durs que la lime ne peut y mordre. Il faut éviter surtout de laisser introduire, dans la composition de l'alliage, des molécules de fer ou d'acier, car elles nuisent à la qualité du laiton, et prennent dans la fonte un tel degré de dureté, qu'elles résistent à la meilleure lime, et qu'elles entament l'acier le plus dur.

Nous ne doutons pas que la mauvaise qualité du laiton, dont se plaignent depuis long-temps les horlogers, ne provienne des causes séparées ou réunies que nous venons de signaler, et que si quelques minéralogistes éclairés voulaient s'en donner la peine, ils parviendraient à trouver un alliage qui procu-

rerait un laiton parfait pour l'usage de l'horlogerie, et ils rendraient par là un service signalé à une branche importante de l'industrie. Des essais nombreux que nous avons faits nous ont amené à un alliage composé de

85 parties de cuivre de rosette pur,
14 parties de zinc pur,
1 partie de plomb pur.

100 parties.

Cet alliage, que nous n'avons pas pu exécuter assez en grand, nous a paru renfermer les proportions nécessaires pour remplir les conditions voulues pour la fabrication des pièces les plus importantes des machines propres à mesurer le temps.

## § II.—*De la fusée.*

L'invention de la fusée, que Pierre Leroy, et après lui, Ferdinand Berthoud, n'ont cessé de louer, et qu'ils regardaient avec raison comme une des plus belles productions de l'esprit humain; la fusée est un mécanisme infiniment utile pour rendre, dans les montres, l'action du ressort égale à celle d'un poids moteur. Cette précieuse découverte fut généralement adoptée dans toutes les fabriques, de sorte qu'on ne rencontre que rarement aujourd'hui des montres, même nouvellement construites, dans lesquelles ce mécanisme ingénieux a été supprimé. Cependant si l'on fait attention aux espérances que l'on avait conçues de le voir remplacé par

quelqu'autre invention, l'on sera parfaitement convaincu que quelque belle que fût cette découverte, elle entraînait avec elle plusieurs inconvéniens, dont on pensait qu'il serait important de se débarrasser.

A l'époque de la découverte de l'échappement à repos, par Tompion, en 1695, on s'imagina que la nature de ces échappemens permettait la suppression de la fusée, et cette idée, renouvelée chaque fois qu'on inventait un échappement à repos, démentie ensuite par l'expérience, et démontrée erronée dans mille passages de l'immortel ouvrage de Ferdinand Berthoud sur l'horlogerie, a été renouvelée et accueillie de nos jours par de célèbres horlogers, qui l'ont supprimée dans les beaux ouvrages qu'ils construisent.

Les échappemens à vibrations libres parurent plus propres à corriger les inégalités du ressort moteur, et firent renaître l'espoir de pouvoir supprimer la fusée sans altérer la justesse des montres. Les tentatives que l'on fit furent sans succès; Berthoud prouva, et par l'expérience, et par le raisonnement, que l'échappement, quel qu'il soit, ne peut avoir aucune influence sur le ressort moteur, et que par conséquent ses inégalités se transmettent de la force motrice au régulateur, dont la vitesse est plus ou moins accélérée, selon les irrégularités du ressort moteur. Tous ces faits prouvent que tous les horlogers ont constamment regardé comme un précieux avantage celui de pouvoir supprimer la fusée sans alté-

rer la régularité des montres. Ces faits suffisent pour nous convaincre que les maîtres de l'art trouvaient certains inconvéniens à employer une machine qui d'ailleurs était regardée comme une invention précieuse.

Cherchons à découvrir les inconvéniens de la fusée, et comparons-les aux avantages qu'elle présente. 1° Sans la fusée le ressort agirait immédiatement sur le rouage : les frottemens sont au moins doublés par la fusée. Expliquons cette proposition : s'il n'y avait pas de fusée, la grande roue serait portée par le barillet ou par son arbre, et le ressort n'aurait qu'à vaincre la résistance des deux pivots de l'arbre pour transmettre le mouvement à la grande roue moyenne; mais lorsqu'il y a la fusée, le ressort a d'abord à vaincre la résistance que lui opposent les frottemens sur les deux pivots de son arbre, ensuite les frottemens des deux pivots de l'arbre de fusée; or ces deux arbres, ayant à peu près le même diamètre, opposent une résistance égale; la fusée double donc les frottemens. Il serait aisé de démontrer qu'elle les augmente dans un rapport bien plus grand; mais tout mécanicien s'en apercevra facilement.

2° Les frottemens étant augmentés par l'emploi de la fusée, il faut nécessairement un ressort beaucoup plus fort; or personne n'ignore que, pour qu'un ressort soit plus fort, que d'abord, sa largeur restant la même, il faut que son épaisseur augmente; mais cette augmentation d'épaisseur rend le res-

sort d'autant plus mauvais, susceptible de casser plus aisément ou de se rendre plus promptement.

3° Le ressort venant à casser, il faut en remettre un autre, et un bon horloger n'ignore pas qu'il ne peut se dispenser alors d'égaliser de nouveau la fusée, s'il ne peut parvenir à trouver un ressort parfaitement égal au premier; ce qui est physiquement impossible. Si cet accident arrive seulement trois ou quatre fois, il faudra nécessairement refaire la fusée. Il n'est aucun ouvrier qui ne sache la peine qu'il éprouve lorsqu'il doit refaire une fusée dans une ville éloignée des fabriques.

4° La fusée nécessite une chaîne, un garde-chaîne et son ressort, un crochet de fusée; et l'ajustement de toutes ces pièces exige certaines précautions qui sont tellement au-dessus de l'intelligence d'un grand nombre d'ouvriers, que l'on voit rarement des montres dans lesquelles l'assemblage de ces pièces soit parfaitement soigné; de là la rupture de la chaîne, pour ainsi dire, à chaque fois qu'on remonte la fusée.

5° Enfin l'on a deux chances à courir pour le dérangement de sa montre : ou la rupture du ressort, ou la rupture de la chaîne.

Le seul avantage que procure la fusée dans les montres, c'est de rendre l'effet du ressort moteur égal dans toute la durée de sa marche.

Voici ceux que présente une montre sans fusée : 1° Moins de frottemens dans la transmission de la force motrice.

2° Le ressort peut être plus faible d'environ la moitié; alors ses lames seront plus minces, il sera moins sujet à se casser ou à se rendre, il pourra être plus long, et son effet plus sûr et moins inégal.

3° En supprimant la fusée, on supprime toutes les pièces du garde-chaîne, la chaîne et le crochet de fusée : on a un mobile de moins et un plus grand espace dans la cage pour donner à toutes les roues le jeu nécessaire; l'on peut exécuter ces ingénieuses machines plus facilement et à meilleur compte.

4° Dans les montres à répétition, à sonnerie, à carillon ou à réveil, dans lesquelles le peu de place exige que l'on multiplie les roues du rouage de la sonnerie, par le peu d'étendue que l'on peut donner à chacune d'elles, on trouvera un grand avantage à supprimer la fusée. On réduira le nombre des roues, parce qu'on pourra leur donner un diamètre plus grand; elles seront plus aisées à travailler; le petit ressort pourra être plus long, plus mince de lame, et par conséquent meilleur. La potence pourra conserver la forme qu'elle a dans les montres simples, elle en sera plus aisée à faire, et les ouvriers habitués à ce genre de travail pourront diminuer le prix de leurs ouvrages.

Il suit de tout ce qui précède, que l'invention de la fusée dans les montres, en corrigeant un défaut essentiel, l'inégalité de force dans le ressort moteur, a introduit une foule d inconvéniens que sa suppression ferait assu-

rément disparaître, surtout si l'on pouvait parvenir à suppléer la fusée par un mécanisme simple et indépendant du mouvement. Ces réflexions nous suscitèrent l'idée de la construction que nous allons décrire et que nous publiâmes au commencement de 1804. (*Annales des arts et manufactures*, t. XIX, p. 72.)

*Explication de la fig.* 3, Pl. *III.*

L'arbre du barillet entre carrément dans le trou central du pignon A, de 8 ailes; c'est cet arbre que l'on fait tourner avec la clef pour monter la montre.

Le pignon A, tournant à droite lorsqu'on monte la montre, fait tourner à gauche la roue B, B. Celle-ci porte une courbe C, fixée invariablement avec elle, de manière qu'elle suit tous les mouvemens de la roue. Cette courbe, taillée ainsi que nous l'expliquerons dans un moment, a tous les points de son contour inégalement éloignés de son centre de rotation I, depuis le point D, qui en est le plus loin, jusqu'au point E, qui en est le plus près.

Contre les parois de cette courbe agit continuellement un fort ressort G, F, fixé au point F, par une vis. Ce ressort G, F, porte à son extrémité G, une roulette à rebords, à peu près comme un cuivrot, dont les deux parois embrassent l'épaisseur de la courbe, afin qu'elle ne puisse jamais la quitter, et la courbe frotte sur le fond de la roulette, qui est plat, et appuie continuellement sur la

courbe, dans la vue de diminuer les frottemens.

La vis H, qu'on aperçoit placée à l'extrémité de la partie fixe F, H, du ressort, lui sert de pied et en même temps donne la facilité d'augmenter ou de diminuer à volonté la force du ressort F, G, selon que les circonstances l'exigent. La vis H, qui a un collet, peut être placée de plusieurs manières différentes : ou bien elle est placée comme dans la *fig.* 3, entrant librement dans le talon du ressort, et est taraudée dans la bâte; ou bien elle entre librement dans la bâte, et elle est taraudée dans le talon du ressort. Dans les deux cas on produit le même effet en serrant la vis, on rapproche le talon H, de la bâte, et l'on donne plus de force au ressort; en desserrant la vis, on produit l'effet contraire. La seconde disposition est souvent plus commode, à cause des pièces qui, se trouvant sur la platine, pourraient gêner l'effet du tourne-vis. On peut aussi donner au ressort une forme circulaire, en lui faisant suivre, ou à peu près, le contour de la bâte. Du reste, le principe une fois indiqué, la forme peut varier de plusieurs manières.

Les deux cercles concentriques ponctués K K, indiquent la disposition du barillet fixé sur la platine par deux vis, et de la grande roue du mouvement, qui est portée par l'arbre du barillet que l'on voit sortir à carré au centre du pignon A. L'on sait qu'un ressort moteur ne doit pas être tendu tout-à-fait, et

qu'il ne doit pas avoir la liberté de se débander en entier. Dans le premier cas il serait exposé à casser facilement ou à se rendre promptement; et dans le second, il risquerait de se décrocher de l'arbre du barillet. Pour éviter ces deux inconvéniens, on est dans l'usage, lorsqu'on n'emploie pas de fusée et de garde-chaîne, d'y substituer un arrêt que nous décrirons dans un des paragraphes suivans.

Notre mécanisme réunit toutes ces conditions: la roue B, B, porte une grosse dent contre laquelle une aile du pignon A, vient arc-bouter, lorsque le ressort est tendu ou qu'il est débandé. Supposons que le ressort puisse faire six tours, et qu'on n'ait besoin que de quatre tours de la grande roue pour faire marcher la montre pendant trente heures. On donnera huit ailes au pignon A, trente-quatre dents à la roue B, B, en observant de n'en fendre que trente-deux. Par ce moyen, il restera une grosse dent qui laissera au ressort un tour de bande dans ses deux extrêmes.

Il ne faut point confondre l'invention que nous venons de décrire avec une autre dont parle F^d^ Berthoud, dans son *Histoire de la mesure du temps par les horloges*, t. I, pag. 77, dont il ne donne aucune figure : elle remonte au XVI^e^ siècle, avant l'invention de la fusée, et *donna peut-être l'idée de cette invention, une des plus belles qu'ait conçues l'esprit humain.* Dans cette dernière invention, un

ressort droit, à l'aide d'une courbe, s'opposait à l'action du grand ressort, lorsqu'il était au haut de sa bande, et augmentait son action, lorsque ce ressort, étant vers le bas, agissait plus faiblement. Voyons la différence qui résulte de ces deux constructions.

Dans notre invention, lorsque le ressort moteur est au maximum de sa tension, le point D, de la courbe est sous la roulette, et le ressort F, G, est aussi au maximum de sa tension; celui-ci agissant sur un grand bras de levier, détruit une partie de la force du ressort moteur. Lorsqu'au contraire le ressort moteur est au minimum de sa tension, le point E, vient se présenter sous la roulette, et le ressort F, G, qui se trouve aussi au minimum de sa tension, ne peut plus produire aucun effet sur le ressort moteur, qui agit avec toute l'énergie qui lui reste.

C'est dans cette disposition que notre mécanisme diffère essentiellement de l'ancien. Dans ce dernier, le ressort F, G, était *soustracteur* pendant un certain temps, ensuite il devenait *additeur*; dans le nôtre, au contraire, il n'agit jamais que comme *soustracteur*. 1° Le double effet que l'on remarque dans le ressort de l'ancien mécanisme devait être de la plus difficile exécution, et son effet ne pouvait être bien sûr; c'est sans doute une des raisons qui l'ont fait abandonner. 2° La courbe devait produire le même effet que la fusée qui l'a remplacée : or la fusée ne produit pas le double effet que l'on prétendait obtenir à

l'aide de la courbe. Lorsque le ressort est au maximum de sa tension, il agit sur la fusée par le plus petit bras de levier, lequel augmente à mesure que le ressort moteur perd de sa force; la courbe doit, à l'aide du ressort F, G, rendre la force du ressort moteur égale, en agissant en sens inverse de la fusée. Le ressort *soustracteur* doit opposer au ressort moteur une résistance d'autant plus grande que celui-ci est plus bandé, et cette résistance doit diminuer dans le même rapport que celle du ressort moteur diminue. C'est l'effet que produit notre courbe, lorsqu'elle est bien taillée.

Quelques détails sur la manière d'exécuter la courbe et le ressort *soustracteur* nous paraissent utiles. La tige qui porte la roue B, B, se termine par un carré, et c'est par ce carré qu'est portée la courbe; elle y est retenue par une goupille qui traverse le carré, et l'on a, par ce moyen, la facilité d'enlever la courbe aussi souvent qu'on le désire, pour la tailler, et de la remettre à la même place sans peine. La courbe doit être en acier; son diamètre, avant d'être taillé, est égal au diamètre intérieur de la roue B, B, et l'on doit placer, entre cette roue et la courbe, une rondelle de laiton, afin de séparer ces deux pièces, pour que la roulette ne frotte pas sur la roue B, B. Le ressort F, G, doit avoir autant de hauteur qu'il est possible; il ne doit frotter ni sur la platine, ni sur la roue B, B. A son extrémité G, il porte la roulette, en laiton, qui tourne

librement sur son axe, et appuie continuellement sur la courbe.

L'épaisseur du ressort et sa force sont déterminées par la force du ressort moteur; mais comme nous avons fait observer qu'en supprimant la fusée, on n'a pas besoin d'un moteur aussi puissant, que l'on doit se servir d'un ressort long et mince de lame, alors ce ressort étant faible, n'a pas besoin d'un ressort compensateur bien fort; il doit aller insensiblement en diminuant d'épaisseur, afin qu'il fasse ressort dans toute sa longueur, et son mouvement doit se diriger toujours vers le centre I, de la roue B, B. Pour déterminer la longueur de ce ressort, il faut donc du point F, centre de son mouvement, avec F, I, pour rayon, décrire un arc G, I, ce qui détermine avec assez de précision la longueur F, G, du ressort; le centre de la roulette doit se trouver constamment dans l'arc G, I.

Tout étant ainsi disposé, on procède à la taille de la courbe. Pour cela, le ressort moteur étant tout au bas, on fait faire un tour à son arbre, et l'on fait tourner la roue B, B, jusqu'à ce qu'elle présente la grosse dent au pignon, afin que celle-ci arrête le retour du pignon en arrière, et laisse le ressort tendu d'un tour, lorsqu'il est au minimum de sa tension. On ôte la plaque d'acier qui doit être taillée en spirale, et à l'aide de la vis H, on fait arriver la roulette du ressort jusqu'au centre I, de la roue B, B. On replace la courbe, après avoir lâché assez la vis F, pour laisser

au ressort *soustracteur* la liberté de passer sur la courbe. Alors on le laisse se rapprocher librement du centre I, et l'on marque le point où la roulette arrive. L'on monte ensuite tout-à-fait le ressort, et il faut, comme nous l'avons déjà dit, qu'au point où la dent du pignon s'arrête contre la grosse dent de la roue, le ressort puisse encore acquérir un tour de bande : on place le ressort *soustracteur* de manière que la roulette soit sur le bord de la courbe et l'embrasse, et l'on marque le point où se trouve la roulette. Le dernier point correspond au point D, et le premier au point E.

On divise la surface de la plaque d'acier qui doit former la courbe en huit ou dix parties à peu près égales, et l'on trace autant de rayons au centre I. Ensuite, après avoir bien serré la vis F, et à l'aide d'une lime à queue de rat, on enlève de la matière dans la direction de chaque rayon jusqu'à ce que, par le moyen du levier à égaliser les fusées, placé sur l'arbre du ressort moteur, on trouve une égalité de ce ressort sur tous ses points. Ce préalable rempli, on fait passer une courbe par tous ces points; on enlève la matière excédante, et la courbe est à peu près taillée; on la rectifie ensuite, et on en brunit les bords.

On voit avec quelle facilité cette courbe est taillée : elle est isolée; on peut l'enlever sans démonter la cage. On voit aisément l'endroit où il faut toucher, tandis que pour égaliser une fusée, il faut tout démonter. On travaille

souvent à tâtons, et l'on est rarement sûr de ce qu'on fait.

Feu M. Bréguet ne connut cette invention que la veille de sa mort, à l'exposition de 1823. Il nous en parla; et sur la description que nous lui en donnâmes, il l'approuva, et nous dit qu'il l'exécuterait. Malheureusement la mort l'enleva à un art qu'il a tant perfectionné. Ce mécanisme, nous dit-il, me paraît présenter des avantages sur la fusée; il est plus simple, il doit produire les mêmes effets; il est facile à exécuter, il donne les moyens de se servir de ressorts moteurs beaucoup plus faibles et plus longs, et conséquemment tend à perfectionner l'horlogerie dans la partie la plus délicate, les montres de poche. Le jugement d'un artiste aussi habile nous a enhardi à en donner ici la description.

### § III. — *Du barillet.*

Dans toutes les montres, quelle que soit leur construction, le barillet doit être tenu aussi grand et aussi haut que peut le permettre le calibre qu'on a adopté. Le meilleur ressort est celui qui, dans ses dimensions, est le plus large et le plus mince de lame; alors il devient plus long; la force motrice est moins irrégulière, il casse moins facilement.

Quel que soit le système que l'on ait adopté, soit qu'on conserve la fusée, soit qu'on la supprime, on ne doit jamais négliger de placer une *bride* au ressort. Cette pièce

est une petite lame d'acier que l'on place vers le bord intérieur du barillet, et qui entre par une de ses extrémités dans le fond du barillet, et de l'autre dans le couvercle; on la place à peu près à un quart de la circonférence du barillet, en comptant depuis le crochet qui fixe le ressort au barillet. Cette *bride*, que la *fig.* 14, Pl. I, représente en *a*, à côté de l'arbre de barillet B, dont on voit le crochet en *d*, sert à faire appuyer la première lame du ressort contre le barillet, et à garantir par là l'œil du ressort de la casse. Cet œil n'a pu être pratiqué qu'après avoir recuit l'extrémité du ressort, qui, dans cette partie, a perdu sa force et son élasticité. Il est donc très-important de ne faire commencer son action que là où le ressort a conservé ses bonnes qualités.

Ceux qui ont supprimé la fusée dans les montres ont été fort aveuglés, dit Ferdinand Berthoud, par les propriétés imaginaires de l'échappement à repos. Nous avons suffisamment prouvé le contraire par le raisonnement et par les nombreuses expériences que nous avons fait connaître. « On devrait adopter, nous disait feu Bréguet, votre construction, si, comme je n'en doute pas, elle corrige l'inégalité du ressort, et je l'adopterai aussitôt que l'expérience m'aura prouvé qu'elle remplace la fusée, si utile pour la justesse de la montre. »

Nous n'ignorons pas que Paris possède un habile fabricant de ressorts, M. Vincent, qui, par des moyens qu'il tient secrets, parvient à construire des ressorts dont la force est pres-

que constante, et qu'il sait approprier à une fusée qu'on lui donne, de manière qu'on n'a pas besoin d'y toucher pour l'égaliser. Mais cet ouvrier, quelque habile qu'il soit, aura-t-il un successeur qui puisse le remplacer? peut-il fournir tous les ressorts que l'horlogerie réclame? faudra-t-il que de tous les coins de l'univers on soit obligé de renvoyer sa montre à Paris pour faire refaire un ressort qui viendra à manquer? N'est-il pas préférable d'adopter un moyen facile et sûr pour remplacer la fusée avec avantage, moyen que nous n'avons pas tenu secret, que nous avons livré au domaine public, et que tous les horlogers peuvent exécuter sans peine?

Le moyen que nous avons décrit très en détail dans le paragraphe précédent, peut être exécuté dans les divers systèmes qu'on aura adoptés, soit dans les montres ordinaires à roue de rencontre, soit dans celles du système à la Bréguet. Il n'y a qu'à faire un petit changement dans le barillet, qui doit être fixé, par deux vis, à la platine, ou à un pont, comme le petit ressort du rouage de la répétition, et son arbre, comme dans ce même rouage, doit porter la grande roue et l'encliquetage. Les autres pièces sont sous le cadran, et dispensent d'employer les divers arrêts dont nous allons parler, et qu'on a heureusement substitués au garde-chaîne.

### § IV. — *Des arrêts de remontoir.* Pl. *III.*

On désigne, sous le nom d'*arrêts*, des con-

structions que l'on a adoptées dans les montres et dans les pendules, pour remplacer les garde-chaînes, ou pour régler le nombre de tours utiles qu'on veut fixer pour le ressort moteur.

Indépendamment de celui que nous avons adopté dans notre mécanisme pour la suppression de la fusée (page 83), on a imaginé plusieurs autres sortes d'arrêts, qu'il est important de connaître.

1° Celui que la *fig.* 4 représente. On place sur le carré de la fusée ou de l'arbre du barillet une rondelle A, et à côté une étoile B, portant autant de dents, plus une, que la fusée doit faire de tours. La rondelle A, a dans son milieu une portée aussi élevée que l'épaisseur de l'étoile, dont les dents sont très-larges : ces dents sont toutes déprimées ou limées en creux dans leur milieu D, excepté la dernière C, dont la rondeur est saillante. Une cheville d'acier est fixée sur la rondelle au point E, et c'est cette cheville qui engrène dans les fentes de l'étoile. A chaque tour de la rondelle A, il passe une dent de l'étoile; le milieu de cette dent vient se présenter dans la direction de la portée de la rondelle qui se loge dans le creux qu'elle présente, et l'empêche de tourner; mais lorsque la dent convexe C, arrive, elle ne peut plus passer, et l'arrêt est formé.

2° Un autre arrêt plus ingénieux et plus sûr a été imaginé : la *fig.* 5 en montre la construction. Une roue A, est placée à carré sur

l'arbre de la fusée; ce carré porte en même temps une dent ou levier B. La roue A a douze dents; elle engrène dans une roue C, de dix dents, qui porte un levier D. Ce n'est qu'après que la fusée a fait cinq tours et que la roue C, en a fait six, que les deux leviers B, et D, se rencontrent et qu'ils arc-boutent l'un contre l'autre, que l'arrêt s'opère, ce qui ne fatigue pas les dents des roues.

Si l'on eût placé les roues dans le sens contraire, sans en changer les nombres, c'est-à-dire qu'on eût placé la roue C, sur la fusée, et la roue A, à côté, la fusée aurait fait six tours avant de rencontrer l'arrêt. On conçoit qu'il est facile de varier les nombres à volonté pour obtenir l'arrêt au moment désiré.

3° La *fig.* 6 indique un genre d'arrêt imaginé par Lépine, pour des montres extrêmement plates. On fait dans la platine, ou mieux dans le couvercle du barillet, car ces sortes de montres n'ont pas de fusée, on fait une creusure *a*, dans laquelle on laisse une forte goutte dans le milieu, afin d'y loger une sorte de ressort en forme de roue B, fendu en *b*, et qui entre dans cette creusure comme un couvercle de barillet, ou mieux comme une *raquette* dans son *drageoir*, et l'on pratique au côté opposé à la fente *b*, autant de dents qu'il est nécessaire pour le nombre de tours que doit faire le ressort. On place sur l'arbre une roue d'acier A, taillée en rochet; on fixe dans cette roue une goupille d'acier *c*, qui

vient engrener dans les dents de la roue ressort B, sur laquelle elle passe; et lorsque cette cheville ne rencontre plus de dents, il y a arrêt. Ce rochet sert pour l'encliquetage; le cliquet et le ressort sont fixés sur la platine ou sur le pont.

On sent que ces arrêts, qui sont les plus usités, peuvent être variés de mille manières différentes, et peuvent s'appliquer aux fusées, ou aux barillets, lorsque la fusée est supprimée.

### § V.—*De la main-d'œuvre en général.*

Nous ne parcourrons pas toutes les pièces de l'horlogerie, comme ont fait tant d'autres pour indiquer comment chacune doit être fabriquée. Nous n'ignorons pas qu'on ne peut pas, dans cet art surtout, remplacer par un livre les conseils pratiques que peut donner un bon maître dans un apprentissage suffisamment long. Nous nous bornerons à donner quelques avis qui pourront être utiles aux commençans, et même à plusieurs ouvriers que nous avons vus agir en sens inverse de ce qu'ils auraient dû faire.

*Du travail du laiton.* Quand on a choisi le meilleur laiton qu'on a pu se procurer, de toutes les épaisseurs dont on peut avoir besoin, on doit bien se pénétrer que dans cet état le métal est trop mou, et qu'il ne peut acquérir la dureté, la ténacité qui lui sont nécessaires, qu'en le forgeant à froid sur un tas bien dur, bien uni, avec un bon marteau. On

scie dans une planche de métal dont l'épaisseur est double de celle qu'on veut donner à la pièce, et d'une dimension un peu plus de la moitié que celle qu'indique le calibre. Après avoir ébarbé la pièce, c'est-à-dire après avoir limé avec une carrelette rude les bords de chaque surface, on étend la pièce dans les deux sens et sur les deux surfaces avec la panne du marteau, à petits coups réitérés, jusqu'à ce qu'elle ait acquis l'étendue fixée par le calibre. Ensuite on le bat avec la tête du marteau, et toujours à petits coups réitérés, en ayant soin, dès qu'on s'aperçoit de la moindre fente qui peut se faire sur les bords, de les enlever en entier à la lime, sans quoi elles gagneraient bientôt toute la pièce, et la rendraient défectueuse. Ces fentes n'ont le plus souvent lieu que par la maladresse de l'ouvrier.

Il est un autre défaut qu'il faut savoir éviter : il consiste à écraser le laiton, et à le faire soulever comme par feuillets. Ce défaut est occasioné par des coups trop forts, négligemment portés, ou donnés à faux. Ce défaut ne peut être corrigé, et la pièce ne peut pas servir.

Nous avons vu des élèves qui, forgeant des petites pièces, telles que les petites roues, par la crainte de se donner des coups de marteau sur les doigts, coupent leur laiton trop grand. Ils se contentent de l'aplanir, et laissent la pièce le double plus épaisse qu'elle ne doit être; alors ils sont obligés d'enlever, au tour, tout l'excédant, et leur pièce est molle. Ils igno-

rent vraisemblablement que le laiton ne se durcit presque que dans la surface qui est en contact avec le marteau, et que pour peu que la pièce soit trop épaisse, ils enlèvent avec le burin toute la surface dure. La pièce forgée doit être, à peu de chose près, de l'épaisseur qu'elle doit conserver; on doit l'enarbrer aussi droit qu'il est possible, et lorsqu'elle est tournée ronde et de grandeur convenable, il faut se contenter de faire, sur les deux faces et près des bords, un trait léger qui atteigne partout, et qui indique ce qu'il faut enlever à la lime pour la rendre parfaitement droite; mais on doit laisser exister le feu du cuivre, pour ne l'enlever en entier que lorsque la pièce est terminée.

*Du travail de l'acier.* Nous aurions beaucoup à dire si nous voulions nous appesantir sur la main-d'œuvre de toutes les pièces que l'horloger exécute avec ce métal; nous ne pourrions rien dire de mieux que ce qu'on trouve répandu dans les deux volumes de l'*Essai sur l'horlogerie*, par Ferdinand Berthoud, et particulièrement dans le chapitre XXXVI, t. I, page 217; cet ouvrage se trouve entre les mains de tous les horlogers, et il serait au moins superflu de le répéter ici.

Nous nous bornerons à rappeler qu'il ne doit employer que de l'acier fondu, de première qualité, et avoir soin, en le trempant, de ne pas lui donner un degré de chaleur qui dépasse le rouge cerise, et de le tremper dans l'huile. A ce degré de chaleur, en le trem-

pant dans l'eau, surtout dans l'hiver, il s'exposerait à le brûler. Son attention doit se porter ensuite sur le recuit, et ne pas dépasser la couleur que chaque pièce exige, afin de lui conserver la dureté convenable aux fonctions auxquelles elle est destinée.

Tout ce que nous venons d'exposer dans ce paragraphe s'applique aux pendules et aux montres.

## CHAPITRE V.

### DES ENGRENAGES.

On entend par *engrenages*, un système de roues et de pignons couverts de dents dans toutes leurs circonférences, et qui agissent les unes sur les autres, de manière que le mouvement imprimé à l'une d'elles se communique à toutes les autres, à l'aide des dents des roues qui s'enchâssent entre les dents des pignons, dont les diamètres sont à l'égard de ceux des roues dans un rapport donné. Il importe, pour que la machine marche d'un mouvement régulier, que les *engrenages soient parfaits*.

Sous le nom d'*engrenages parfaits*, on entend celui qui est tel : 1° que la force employée par la roue à conduire le pignon soit la plus petite qu'il soit possible ; 2° que la vitesse avec laquelle la roue conduit le pignon soit aussi, à chaque instant, la plus grande que la roue est capable de lui donner ; 3° que cette force et cette vitesse soient constamment les

mêmes depuis le point de rencontre, jusqu'au moment où la dent de la roue abandonne l'aile du pignon, et *vice versâ*; 4° que le frottement de cette dent pendant toute la conduite, soit aussi le moindre possible.

Tous les horlogers, généralement parlant, savent que la courbe que doivent affecter les dents des roues et des pignons se nomme *épicycloïde*; mais très-peu savent ce que c'est que cette courbe, et surtout la manière de la tracer. Ce n'est pas que, sous le rapport de la main-d'œuvre, cette connaissance soit très-importante pour eux; car les roues des montres et des pendules et les ailes de leurs pignons ont des dents trop petites pour qu'ils puissent se flatter de pouvoir donner à ces dentures une forme rigoureusement *épicycloïdale*. Cependant cette courbe, tracée sur une grande échelle, leur donnera l'idée de la forme que doivent avoir ces dents, quelque petites qu'elles soient, et ils chercheront à l'approcher s'ils ne peuvent se flatter de l'atteindre parfaitement.

Notre longue expérience nous a appris que, parmi les horlogers, les ouvriers qui exécutent, qui en est la classe la plus intéressante, puisque c'est elle qui confectionne les ingénieuses machines qui servent à mesurer le temps, est la moins instruite dans la science qui peut seule leur servir de guide dans leurs travaux. La plupart de ceux qui nous ont consulté sur la partie qui nous occupe, après qu'ils ont eu lu une ou tout au plus deux pa-

ges d'un ouvrage que nous regardons comme très-intelligible, nous ont répondu avec naïveté que le langage dont l'auteur se servait était au-dessus de leur intelligence. Lorsqu'ils aperçoivent la moindre proportion, la moindre formule, le moindre signe, ils ferment le livre, et ne veulent plus s'en occuper. Cependant en prenant nous-même l'auteur qu'ils avaient rebuté, et leur lisant seulement le texte en supprimant les formules, ils nous comprenaient facilement. Nous allons suivre cette marche, en nous servant du travail des meilleurs auteurs sur les engrenages, et nous espérons que les ouvriers nous liront avec fruit.

*De la cycloïde.* Si le long d'une ligne droite C, D, (*fig.* 7, Pl. III), ou le long d'une règle bien droite, on fait tourner un cylindre plat A, E, en observant de ne jamais le laisser glisser, et qu'au point A, de la circonférence soit placée une petite pointe légèrement saillante, cette pointe tracera sur le plan qui portera la ligne C, D, une courbe A, B, E, A; donc cette ligne est égale à la circonférence du cylindre ou du *cercle générateur*, c'est-à-dire qui a servi à tracer cette courbe, qu'on nomme *cycloïde*, et qui sert à trouver la forme que l'on doit donner aux dents d'une roue ou d'un pignon qui engrène dans les dents d'une crémaillère droite, comme celle d'un cric.

La courbe que nous venons de faire connaître, se décrit d'après les mêmes moyens que nous allons développer pour l'*épicycloïde*.

*De l'épicycloïde.* Lorsqu'un cylindre plat S, (*fig.* 8), ou un cercle tourne sur la circonférence extérieure d'un autre cercle C, M, D, et avec les mêmes conditions que pour la *cycloïde,* la courbe C, E, D, que la pointe décrira sur le plan, se nomme *épicycloïde.* Si le même cercle générateur A, au lieu de rouler sur la circonférence extérieure ou convexe du cercle, se meut dans sa circonférence intérieure de G en H, le point décrivant E, qui est parti du point G, décrira une autre espèce d'*épicycloïde* G, E, H. La première de ces deux épicycloïdes se désigne sous le nom d'*épicycloïde extérieure*, et la seconde sous le nom d'*épicycloïde intérieure.* La première sert pour les dents des roues et des pignons qu'on emploie ordinairement, et dont les dents sont placées sur la circonférence convexe des roues et des pignons; la seconde, qu'on emploie très-rarement, sert pour les dents qu'on place sur la circonférence intérieure des roues.

Ce serait une grave erreur de penser que l'épicycloïde dont nous venons de donner la figure, doit être employée tout entière pour indiquer la forme des dents des roues. On n'en prend qu'une partie de la naissance de la courbe et une partie de la fin, selon la largeur de la dent. Lorsqu'on connaît cette largeur, on la marque sur le cercle *primitif* C, M, D, de la roue, du point C, en F, par exemple; on transporte l'autre moitié E, D, de la courbe, de manière que le point D, tombe sur le point F; ces deux demi-courbes se

croisent au point H, et tout ce qui excède ce point est inutile et se retranche ; tout ce qui reste, c'est-à-dire C, H, F, donne la forme de la partie de la dent qui excède son *cercle primitif*.

Avant de décrire la manière de tracer par points une *cycloïde* ou une *épicycloïde*, nous croyons utile d'expliquer ce qu'on entend par *cercle primitif*.

Si l'on conçoit un cercle J, K, (*fig.* 9), qui représente une roue sans dents, et le petit cercle N, un pignon sans ailes, qui se touchent au point M, et que la roue conduise le pignon par le simple contact de sa circonférence, de manière que le pignon soit toujours obligé de tourner par le seul mouvement de la roue, alors on donne le nom de *cercle primitif* de la roue au cercle J, M, K, et celui de *cercle primitif* du pignon au cercle N. Il ne manquera, pour leur donner les noms de roue et de pignon, qu'à ajouter à l'un et à l'autre la partie des dents qui leur manque, comme on le voit dans cette figure 9.

Voici comment on s'y prend pour tracer la *cycloïde* ou l'*épicycloïde* par points. On décrit (*fig.* 10) le cercle primitif A, B, C, de la roue ; on décrit au-dessus un cercle E, dont le diamètre est égal au double du rayon du cercle primitif du pignon, et qui touche le premier cercle en un point B, par exemple. On prend de B, vers C, sur le grand cercle, à partir du point B, une douzaine de parties égales très-petites, afin qu'elles ne diffèrent pas sensiblement d'une li-

gne droite; nous les supposerons ici de deux millimètres. Avec la même ouverture de compas, et en partant du point B, en allant vers D, on marquera autant de points sur ce petit cercle qu'on en a marqué sur le grand. On tracera le premier rayon P, B, que l'on prolongera jusqu'à la rencontre de la circonférence du cercle générateur E. Par le centre du grand cercle, et par les six divisions que nous supposerons indiquées par les chiffres suivans, que l'on n'a pas tracés sur la figure pour en éviter la confusion, 2, 4, 6, 8, 10 et 12, du grand cercle, on tracera des rayons prolongés comme le rayon P, B, E. Sur chacun des prolongemens de ces rayons, et avec la même ouverture de compas qui a servi à décrire le cercle E, on décrira six demi-circonférences que la figure présente ponctuées. Sur la première de ces circonférences, on portera deux divisions, et l'on marquera un point à la seconde; sur la seconde circonférence, on en portera quatre, et l'on marquera un second point; sur la troisième on en portera six, toujours en partant du point de contact des deux cercles; sur le suivant on portera huit divisions; on marquera ce point, et l'on continuera de même jusqu'au dernier. On fera passer une courbe par ces six points, et l'on aura une portion d'*épicycloïde* plus longue qu'il ne faudra pour donner la forme de la moitié de la dent que l'on cherche.

Comme l'autre moitié de la dent doit être égale à celle-ci, mais placée symétriquement,

on n'aura qu'à calquer cette portion et la placer de l'autre côté, mais en renversant le calque, comme la figure le représente à côté, et l'on supprime tout ce qui excède le point où les deux courbes se rencontrent. Voici la manière d'opérer : lorsqu'on sait la largeur que doit avoir la dent, ce qui est facile en la divisant de telle sorte qu'elle ait au moins autant de plein que de vide, nous la supposons égale à F, G, on porte sur F, la courbe; sur G, l'autre portion symétrique ; leur jonction indique la longueur de la dent au-delà du cercle primitif; les deux parties F, H, et G, I, se nomment *flancs* de la dent, et servent à loger les courbes des ailes du pignon. On arrondit les pointes des dents des roues et des pignons ; la figure 9 montre l'effet de l'engrenage.

Tout ce que nous venons de dire, relativement à la forme des dents des roues, s'applique également aux ailes des pignons, soit que ces derniers soient menés, soit qu'ils mènent. La seule différence consiste en ce que les pignons doivent avoir plus de vide que de plein, et que l'on doit toujours prendre pour rayon du cercle générateur, dans tous les cas, la moitié du rayon primitif de la pièce sur laquelle on opère, c'est-à-dire de la roue ou du pignon dont on veut trouver la forme des dents.

L'épicycloïde est la courbe qui donne la meilleure forme pour faire un bon engrenage; mais cela ne suffit pas pour avoir un engrenage parfait. Pour cela, il faut encore que, lorsque

les deux pièces s'engrènent, la dent de celle qui mène commence à toucher la dent de celle qui est menée dans la ligne droite, qu'on nomme *la ligne des centres*, c'est-à-dire la ligne qui passe par les centres des deux pièces qui s'engrènent. Les pignons peu nombreux ne présentent jamais cet avantage. Le savant Camus, qui a traité fort au long de cette partie, a prouvé que les pignons qui ont moins de onze ailes, présentent cette difficulté, et qu'elle est d'autant plus grande, qu'ils sont moins nombrés. Voilà pourquoi on est obligé de les tenir plus faibles, d'efflanquer beaucoup les pignons, afin d'éviter les accotemens. Nous engageons le lecteur intelligent à lire cet ouvrage important, qu'on trouve dans le tome II de sa Mécanique statique, page 355. On lira encore avec beaucoup de fruit le mémoire de Delalande sur la meilleure forme à donner aux dents des roues et sur les engrenages, Traité d'horlogerie, par Lepaute, page 230.

Nous terminerons ce Chapitre par des observations très-judicieuses du savant Camus, qui confirment ce que nous avons dit en le commençant.

« 1. Quoique les règles qu'on vient d'exposer pour former les dents des roues et celles des ailes des pignons ne puissent être mises en pratique que dans le cas où les dents auraient au moins un centimètre de largeur et un centimètre de longueur, à partir du cercle primitif, elles ne seront point inutiles aux

artistes qui auront des dentures beaucoup plus fines à former, parce qu'ayant sous les yeux la figure d'une grosse dent semblable à celles qu'ils doivent faire en petit, il leur sera aisé de l'imiter à la vue simple.

» 2. Comme on ne peut pas espérer de former les dentures avec toute l'égalité et la précision qui sont nécessaires pour que les circonférences primitives de la roue et du pignon tournent toujours avec la même vitesse; que l'inégalité et les autres défauts de la denture seraient cause que quelques dents ne conduiraient pas aussi loin qu'il le faudrait après la ligne des centres, les ailes qu'elles doivent pousser, et qu'il en pourrait résulter des arcs-boutemens des ailes contre les flancs des dents, qui prendraient ces ailes trop tôt avant la ligne des centres, les artistes préviendront cet inconvénient en faisant le diamètre primitif de la roue un peu plus grand qu'il ne doit être, relativement à celui du pignon.

» 3. Au moyen de cet agrandissement du diamètre de la roue, qui doit être proportionné aux défauts que l'on peut craindre dans la denture; la dent qui suit celle qui pousse l'aile après la ligne des centres, prend un peu plus tard celle qui suit; et lorsque la dent précédente a poussé l'aile après la ligne des centres, aussi loin qu'elle peut le faire uniformément, la roue prend un peu plus de vitesse qu'elle n'en communique au pignon, ce qui est un défaut; mais ce défaut, dans le-

quel on tombe volontairement, est moins à craindre que les arcs-boutemens auxquels on serait exposé si on voulait l'éviter.

» 4. Il est évident que ce qu'on vient de dire au sujet de l'agrandissement du diamètre de la roue, au-delà de ce qui est nécessaire pour conduire uniformément le pignon, suppose que ce sera la roue qui conduira le pignon. Lorsque c'est la roue qui doit être conduite par le pignon, il est clair que, pour éviter les arcs-boutemens, ce doit être le diamètre primitif du pignon qui devra être tenu un peu plus grand qu'il ne faut pour conduire la roue uniformément. »

Pour peu qu'un horloger ait réfléchi sur l'engrenage de la roue de champ avec le pignon de roue de rencontre, il conviendra que cet engrenage est mauvais et très-défectueux, et que le système qu'on a depuis long-temps adopté à Genève et en Suisse, de faire passer l'axe de la roue de rencontre à côté de l'axe de la roue de champ, tend à le rendre encore plus mauvais. Le pignon qui engrène dans la roue de champ ne peut former un engrenage moins mauvais, que dans le cas où l'on donnerait à ce pignon une forme conique, d'après les règles qu'a prescrites le savant Camus; nous renvoyons le lecteur à son traité lumineux.

## CHAPITRE VI.

### DES ÉCHAPPEMENS.

On désigne sous le nom d'*échappement*, dans

l'horlogerie, l'action de la dernière roue du mouvement sur le régulateur. C'est cette action par laquelle le régulateur suspend la marche de la roue pendant tout le temps que dure sa vibration, après laquelle il vient dégager la roue pour laisser passer seulement une de ses dents, laquelle, dans son mouvement progressif, restitue au régulateur la force qu'il avait perdue pendant sa vibration ou son oscillation précédente.

Cette belle invention, qui date de la naissance de l'horlogerie, sans qu'on puisse en désigner l'auteur, est on ne peut plus importante dans l'art de mesurer le temps.

Nous n'avons pas l'intention de donner ici l'histoire chronologique de tous les différens échappemens qui ont été imaginés; tant d'auteurs ont avant nous réuni ce recueil. Ferdinand Berthoud, dans son *Essai sur l'horlogerie*, et dans son *Histoire de la mesure du temps par les horloges*, etc., etc., a décrit avec soin tous les échappemens connus de son temps, et Thiout l'aîné, avant lui, en avait décrit une grande quantité. Lepaute, dans son *Traité d'horlogerie*, en a fait connaître plusieurs, et notamment son échappement à double virgule pour les montres, et celui à chevilles pour les pendules.

Nous nous bornerons à décrire les échappemens les plus usités dans le moment où nous écrivons, et nous suivrons, dans ces descriptions, l'ordre que nous avons adopté dans cet ouvrage. Nous parlerons d'abord des échap-

pemens pour les montres, et nous finirons par les échappemens pour les pendules et les grosses horloges. Nous diviserons par conséquent ce chapitre en deux paragraphes.

*Des échappemens pour les montres.*

Dans tout échappement on doit considérer deux choses importantes : 1° *l'arc de levée de l'échappement ;* 2° *l'arc de vibration du régulateur.*

1° Par l'*arc de levée de l'échappement,* on entend le nombre de degrés absolus que chaque dent de la roue fait parcourir au régulateur, quel que soit l'échappement qu'on emploie, depuis le moment où elle commence à agir sur la pièce de l'échappement, jusqu'à celui où elle la quitte. C'est l'arc décrit entre ces deux termes qu'on nomme l'*arc de levée.*

2° Par l'*arc de vibration,* on entend l'arc total que décrit le régulateur animé par la force motrice qui lui est transmise par les dents de la roue ; d'où il suit que plus la force motrice est grande, plus la dent, qui la transmet à la pièce d'échappement, par ses plans inclinés ou par ses palettes, agit avec énergie et chasse le régulateur de manière à lui faire parcourir de plus grands arcs de vibration : le contraire arrive lorsque la force motrice diminue. On doit donc en conclure que dans ces deux cas les vibrations ne peuvent pas être *isochrones*, puisque ce mot suppose qu'elles ont une même étendue et qu'elles sont d'égale durée.

Ce simple raisonnement prouverait, quand même l'expérience ne serait pas venue à l'appui, l'erreur dans laquelle étaient et sont encore des horlogers, qui s'obstinent à vouloir soutenir que les échappemens à repos corrigent l'inégalité de la force motrice.

§ I^er^. — *De l'échappement à roue de rencontre.*

Cet échappement, le plus ancien de tous ceux qui sont connus, est le plus simple et le plus facile à exécuter; on le trouve dans toutes les montres les plus ordinaires : cependant quand on veut l'exécuter, comme le fait remarquer Ferdinand Berthoud, avec tous les soins qu'il exige, il devient très-difficile, et peu d'ouvriers sont en état de le bien faire. Le lecteur consultera avec fruit les observations de Berthoud, *Essai sur l'horlogerie,* qu'il serait superflu de répéter ici. La roue est à couronne et a toujours un nombre impair de dents.

L'échappement à roue de rencontre est à *recul,* c'est-à-dire que, lorsque la dent de la roue a donné l'impulsion au régulateur, celui-ci, après l'arc de levée, présente à la dent suivante un plan incliné, pendant son arc de vibration, et fait rétrograder la roue. Cet échappement est trop connu pour que nous nous attachions à le décrire. Nous avons tant de choses importantes à dire que nous sommes forcé de passer légèrement sur celles que tous les horlogers connaissent : ils ont, presque tous, les ouvrages de Berthoud.

## § II.— *De l'échappement à cylindre.* Pl. III.

Ce fut vers l'année 1720 que Graham, habile horloger à Londres, imagina l'échappement à cylindre, qui ne fut connu en France qu'en 1724. Cet échappement est nommé à cylindre, parce que la pièce d'échappement est un cylindre en acier, sur lequel est rivé le balancier ou régulateur.

La roue de cylindre a une forme toute différente des autres roues, elle est à couronne comme une roue de champ; mais c'est surtout par la forme de ses dents qu'elle s'en éloigne. On la creuse comme une roue de champ, et lorsqu'on en a arrêté la hauteur, on conserve à son extérieur, au haut de sa surface supérieure, un rebord suffisamment saillant pour former les plans inclinés que la roue porte avec elle. Lorsque la roue est ainsi préparée, on la taille, avec une fraise mince, d'un nombre de dents double de celui qu'elle doit conserver, qui peut être pair ou impair, à volonté. On supprime alternativement une dent, et à l'aide d'une fraise on donne à cet espace une forme circulaire, de sorte que le plan incliné reste supporté par une petite colonne, comme on le voit *fig.* 11, qui en montre l'élévation, et *fig.* 12, qui la fait voir à plat sur une plus grande échelle. Ferdinand Berthoud, dans son *Essai sur l'horlogerie*, t. II, p. 322, a donné la description d'un outil très-ingénieux pour tailler avec perfection les

roues de cylindre; nous engageons le lecteur à en prendre connaissance.

Lorsque la roue est taillée elle donne le diamètre extérieur et intérieur du cylindre. La longueur de chaque plan incliné donne le diamètre intérieur, que l'on fait un peu plus grand, afin d'éviter le frottement. Le diamètre extérieur est égal à la dent retranchée, plus deux fois l'épaisseur de la fraise qui a servi à tailler la roue, de sorte que le cylindre a la même épaisseur que celle de la fraise.

Le cylindre, dans la partie où se fait l'échappement, n'est pas entaillé selon son diamètre, mais un peu moins; la saillie que forme le plan incliné au-delà du cercle de la roue qui passe par la pointe du plan incliné détermine la grandeur de l'entaille. Lorsque la dent *b*, *fig.* 12, est dans l'intérieur du cylindre, le plan incliné *a*, *c*, forme le diamètre du cylindre.

Le cylindre est ordinairement en acier trempé et bien poli; les deux tranches *m*, *n*, sur lesquelles se fait l'échappement, ont des formes différentes; la tranche *n*, par laquelle la dent entre dans le cylindre, est arrondie; la tranche *m*, par laquelle elle sort, est en plan incliné. On voit en *e*, *fig.* 13, une autre entaille bien plus grande faite au bas du cylindre; cette entaille n'a d'autre but que de laisser vibrer librement le balancier sans que le cylindre puisse toucher la partie inférieure de la roue, ce qui porterait de l'irrégularité

dans la machine, en diminuant les arcs de vibration.

Le cylindre terminé, comme nous venons de le dire, on ajuste, au tour, dans ses deux bouts, des *bouchons* ou *tampons* en cuivre. La *fig.* 14 montre le bouchon supérieur, la *fig.* 15 fait voir le tampon inférieur. On chasse dans chacun de ces bouchons une tige d'acier trempé sur l'extrémité de chacune desquelles on formera les pivots. On fait aujourd'hui ces bouchons en acier, d'une seule pièce, avec la tige qui sert à les tourner. Le bouchon supérieur A doit porter en *b*, le balancier qui y sera rivé; la partie *o*, est destinée à recevoir la virole du spiral; la partie *d*, entre juste dans le haut du cylindre. Lorsque le tout est ainsi préparé, tant pour ce bouchon que pour le bouchon inférieur *f*, on coupe, sur le tour, les parties excédantes dans l'intérieur, on place les deux bouchons, qui doivent être tellement bien ajustés qu'un léger coup de marteau les fixe solidement. La *fig.* 16 montre le cylindre tout monté.

Le cylindre doit être entaillé de manière que l'arc de levée soit de 20 degrés pour chaque impulsion. Ce qui nous reste à dire servira à démontrer les principes de cet échappement. La *fig.* 12, dessinée sur une grande échelle, fera concevoir facilement les positions de la roue et du cylindre dans les divers instans de l'échappement.

La dent B, qui vient de faire son repos sur la surface convexe du cylindre, commence à

entrer dans le cylindre; mais le point *f*, ne peut arriver au point *a*, sur la surface concave du cylindre, qu'autant que le cylindre aura fait un mouvement circulaire sur ses pivots, déterminé par la saillie du plan incliné de la dent B, et par conséquent jusqu'à ce que la tranche *a*, sera arrivée en *h*. Alors la dent B, passe et prend la position C; sa pointe va appuyer sur la surface concave du cylindre, où elle reste en repos jusqu'à ce que le balancier, ayant achevé son arc de vibration, ramène le cylindre au point où la présente la dent D Ce cas-ci est le même que le précédent: la pointe *g*, ne peut sortir en entier que lorsque le plan incliné aura fait rétrograder le cylindre de manière que sa tranche *r*, soit arrivée en *s;* alors la dent suivante E, vient faire son repos sur la surface convexe du cylindre, et le premier effet dont nous avons parlé pour la dent B, aura lieu lorsque le balancier aura ramené le cylindre au point où on la voit en B.

On sent combien il est important que toutes les parties des plans inclinés de la roue soient égales et uniformes. Nous donnerons au Chapitre XIII la description des nouveaux outils pour arriver à cette perfection.

La difficulté qu'on éprouve à trouver du laiton bien pur pour les roues à cylindre, a fait adopter pour les montres soigneusement exécutées, des roues en acier fondu et trempé, le cylindre est en rubis, ou du moins la tranche sur laquelle se fait l'échappement.

Cette pierre est fixée, par de la gomme-laque, dans un attirail en acier que les ouvriers appellent *manivelle*, qui sert à lier la partie supérieure du cylindre avec sa partie inférieure.

La *fig.* 17 donnera une idée de cette manivelle. On voit qu'elle est formée de trois parties cylindriques, *a*, *b*, *c*, soutenues à la distance convenable par les deux colonnes *d*, *f*. L'on prend, pour la construire, un morceau d'acier rond, on le perce d'un bout à l'autre d'un trou plus petit que ne devrait être le cylindre. Après l'avoir tourné rond, d'après la forme indiquée par la figure, on l'entaille, en ne laissant que les deux colonnes *d*, et *f*, on enlève la moitié de la partie cylindrique *b*, et l'on creuse, sur la moitié du cylindre qui reste, une rainure dont on voit les deux extrémités vis-à-vis *b*, afin d'y loger le demi-cylindre en pierre, qu'on nomme *tuile*, et l'on achève la manivelle, que l'on trempe et que l'on polit. Lorsqu'elle est terminée, on ajuste dans la partie cylindrique *a*, le *bouchon* ou *tampon* supérieur, et dans le cylindre *c*, le tampon inférieur, de la même manière que nous l'avons dit pour les cylindres d'acier ordinaires.

Le célèbre Bréguet, qui a perfectionné toutes les parties de l'horlogerie, a changé presque totalement, non les principes de l'échappement à cylindre, mais la forme des deux pièces essentielles qui le constituent, la roue et le cylindre.

La roue, *fig.* 18, est tout simplement une roue de champ dont le champ est une portion de cône tronqué dont la grande base excède la petite d'une quantité égale à celle que présente, dans une roue ordinaire, la saillie qui forme le plan incliné. On taille la roue avec une fraise mince, d'un nombre de dents égal au double de celles qu'elle doit conserver; on supprime alternativement une dent; ensuite on lime en plan incliné le devant de chaque dent, du côté où elle marche en avant, presque jusqu'au bout de cette dent, ne laissant plat qu'un petit espace, par lequel se fait le repos et les levées. On lime le derrière pareillement en plan incliné, mais moins que par devant.

La *fig.* 19 indique la forme de la *monture* de Bréguet. Le demi-cylindre *a*, porte la rainure *d*, *d*, pour recevoir la *tuile*, ou le demi-cylindre en pierre. La partie *c*, est proprement la *monture*, ou une sorte de colonne qui réunit les deux parties *a*, et *b*. Le cylindre *b*, est percé d'un trou suffisant pour recevoir l'axe du cylindre aux deux bouts duquel sont enlevés les pivots. Ces pivots, aussi fins qu'ils peuvent l'être, sont d'abord tournés cylindriques, ensuite on les déprime dans le milieu de leur longueur. Cette construction tend à diminuer les frottemens, puisque le pivot ne frotte dans le trou que par les deux extrémités de sa longueur, et la dépression qui existe dans le milieu sert à retenir l'huile qui ne se dessèche pas aussitôt, et diminue les frottemens. Bré-

guet n'arrondit pas ses pivots, comme on était dans l'usage avant lui; ses pivots sont plats par-dessous; il n'arrondit que les bords, afin qu'ils ne grattent pas sur l'ongle. Par ce moyen, il corrige les inégalités qu'on remarquait, dans les montres, dans les deux positions du *plat à pendue*. Lorsque la montre était à plat, le pivot qui ne portait que sur une pointe arrondie, marchait avec plus de liberté que lorsqu'elle était pendue, où les pivots portaient sur la longueur des trous.

La *fig.* 20 fait voir le cylindre tout monté avec un fragment *n*, du balancier. On y remarque la *tuile m*, et les deux pivots *h*, et *g*. Le pivot intérieur *g*, est reçu dans le pont *r*, qu'on voit en plan en *a*, et en *b*, en profil, *fig.* 21. Ce pont est porté par le chariot. Jusqu'ici personne n'avait décrit en entier cet échappement, qui exige une main parfaitement exercée pour le bien exécuter.

§ III. — *De l'échappement de Dupleix.* Pl. III.

Cet échappement est à repos, et d'une exécution bien moins difficile que l'échappement à cylindre; en voici la description. La roue d'échappement est plane. La *fig.* 22, n'en présente qu'un fragment en A; ses dents sont taillées en rochet ou en étoile, mais très-longues et fortement espacées. Cette distance d'une dent à l'autre est nécessaire, afin que dans le milieu de cet espace on puisse chasser une cheville dans le champ de la roue, perpendiculairement à sa surface. Ces

chevilles sont implantées sur un cercle concentrique à cette roue, afin qu'elles se trouvent toujours à la même distance de l'axe du balancier. Il paraît qu'aujourd'hui on n'implante plus les chevilles; mais on réserve un champ sur le plan de la roue, comme dans une roue de champ, et l'on divise ce champ à l'outil à fendre, de même que les dents de la roue, afin qu'elles se trouvent également espacées. C'est une construction de cette sorte que nous avons examinée dans une montre qui vient d'être apportée de Londres; ce qui rend la roue plus légère : elle a servi de modèle à notre figure.

L'axe du balancier porte un rouleau B, qui est ordinairement un rubis, ayant une petite entaille *a*, dans laquelle viennent se loger les pointes des longues dents en étoile C, D, E. Au-dessus de ce rouleau, est portée par le même axe du balancier une grande levée G, qui arrive jusqu'aux chevilles H, I, J, formées par la roue de champ qui fait corps avec la roue à étoile. Voici comment fonctionne cet échappement : il faut d'abord concevoir que la roue marche dans le sens que l'indique la flèche *b*. La figure montre la dent D, engagée dans l'entaille *a* du rouleau B; en même temps la levée G est remontée par la cheville I, qui la pousse en arrière et imprime la vibration au balancier armé de son spiral; la dent D, sort aussitôt de l'entaille *a*, et la dent C, vient s'appuyer sur le rouleau B, au point *k*, le balancier achève sa vibration, et le spiral

le ramène ensuite jusqu'à ce que la petite entaille *a*, se présente devant cette dent; elle s'y engage. En même temps la levée G, se présente devant la cheville H, et elle pousse le balancier en agissant sur la levée G, comme dans le premier cas. L'arc de levée est ici de 60 degrés. On voit que cet échappement, 1° est à repos; 2° que le repos se fait sur le rouleau B, du côté de *k*; 3° que le balancier ne reçoit qu'une impulsion par chaque deux vibrations, ce que les horlogers appellent coup perdu.

On voit que cet échappement qui, au premier aspect, paraît d'une très-facile exécution, présente des difficultés qu'un habile ouvrier est seul capable de surmonter. Il est cependant d'une exécution moins difficile que l'échappement à cylindre de Bréguet.

§ IV. — *Des échappemens de M. Pons de Paul.*

M. Pons, habile horloger, à la tête de la manufacture d'horlogerie de Saint-Nicolas d'Aliermont (Seine-Inférieure), avait exposé les nouveaux échappemens au Louvre en 1827; il eut la complaisance de nous en donner connaissance. Aujourd'hui que M. Pons a décrit ses divers échappemens au nombre de quatre, dans le *Bulletin de la Société d'encouragement*, tome XXVIII, p. 421, nous pensons qu'il sera utile de les faire connaître en transcrivant littéralement les descriptions et les figures insérées dans cet ouvrage par cet habile horloger.

1° *Echappement à crochet.*

« La *fig.* 1, Pl. IV, représente la roue d'échappement en plan; cette roue porte 32 chevilles. La *fig.* 2 montre le plan de la pièce d'échappement (1); on voit cette pièce en perspective, *fig.* 3. Dans la *fig.* 4, elle est montée sur l'axe du balancier Y, qui porte le spiral V. Les lettres *a* et *b*, *fig.* 1, indiquent les positions successives de l'échappement lors de son engagement avec les chevilles de la roue.

» *Effet.* La pièce *a*, *fig.* 1, représente l'échappement dans son état de repos; une cheville de la roue est en contact intérieurement avec la pièce *a* : le balancier tournant de droite à gauche, cette pièce tournera autour de la cheville; le balancier revenant de gauche à droite, la cheville glissera le long de la levée *o*, et lui fera parcourir un arc de 35 degrés. Aussitôt qu'elle échappera, une troisième cheville viendra se poser sur *c*; dans cette position, une cheville sera entre celle qui échappe et celle qui se met en contact, comme on le voit en *b* : le balancier revenant de droite à gauche, la cheville glissera sur la courbe *c*, et fera parcourir à la levée un arc égal à celui de la première. Au moment où cette dernière cheville échappera, celle placée dans l'intérieur de la pièce d'é-

(1) Cette pièce est en acier trempé le plus dur possible, et fixée sur canon à assiette, ajusté avec force sur l'axe du balancier.

chappement se mettra en contact avec cette pièce, comme en *a*, pour recommencer l'effet déjà décrit.

» On remarquera que les levées de cet échappement peuvent toujours être égales, parce que, connaissant l'étendue et l'arc de la levée *c*, on peut incliner ou redresser à volonté la levée *o*, pour lui faire parcourir un même arc.

» On peut employer cet échappement avec succès dans les horloges portatives, en lui faisant battre des vibrations lentes.

### 2° *Echappement spiroïde.*

» La *fig.* 5 représente la roue d'échappement en plan; cette roue porte douze chevilles. La *fig.* 6 est un rouleau avec entaille, dont les bords sont arrondis pour faciliter le dégagement des chevilles de la roue. La *fig.* 7 montre le plan de la pièce d'échappement; on voit cette pièce et le rouleau (1) en perspective, *fig.* 8. Dans la *fig.* 4, ces deux pièces sont montées sur l'axe du balancier Y, sur lequel est fixé le spiral V. Les lettres *a*, *b*, *c*, *d*, *fig.* 5, indiquent les positions successives que prend

(1) La pièce d'échappement et le rouleau sont en acier trempé le plus dur possible; ils sont fixés sur canon à assiette, ajusté à frottement sur l'axe du balancier. On a laissé une rainure entre ces deux pièces pour faciliter les vibrations du balancier: cette rainure sert aussi à conserver l'huile près des parties frottantes.

la pièce d'échappement lors de l'engagement des chevilles avec elle.

» *Effet.* La pièce *b,* représente l'échappement dans son état de repos; la cheville est placée dans l'entaille du rouleau, et le spiral du balancier n'a pas de tension. Le balancier tournant de gauche à droite, la cheville sortira de l'entaille du rouleau, et se posera sur la levée *o,* ainsi que l'indique la position de la pièce *c.* L'action de la roue continuant, la cheville glissera le long de *o,* et viendra dans la position de la pièce *d;* dans ce mouvement, la levée aura parcouru un arc de 90 degrés. Au moment où la cheville échappera, celle qui la suit se posera sur la levée *f,* et le balancier revenant de droite à gauche, la cheville glissera le long de cette levée, jusqu'à ce qu'elle échappe et vienne sur le rouleau dans la position *a.* Dans ce mouvement, la levée aura parcouru, en sens contraire, le même arc de 90 degrés; le balancier retournant de gauche à droite, la cheville reviendra dans la position *b,* pour recommencer le même mouvement.

### 3° *Echappement à engrenage.*

» La *fig.* 9 représente les roues d'échappement en plan; la roue *a,* porte huit chevilles, et la roue *b,* seize dents. La *fig.* 6 fait voir le plan de la pièce qui s'engage avec les chevilles de la roue *a,* et sur laquelle se fait le repos; la *fig.* 10, celui de la pièce portant les deux palettes de pulsion qui engrènent dans

les dents de la roue *b* : on voit ces pièces en perspective, *fig.* 11 et 12. Dans la *fig.* 13, ces deux pièces sont montées sur l'axe du balancier Y, sur lequel se trouve fixé le spiral V. Les lettres *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *fig.* 9, indiquent les positions successives que prend l'échappement lors de l'engagement des chevilles et des dents avec les pièces qui le composent.

» *Effet.* La position *c*, fait voir l'échappement dans son état de repos; la cheville est placée dans l'entaille de la pièce de repos, et le spiral n'a pas de tension. Le balancier tournant de gauche à droite, la cheville sortira de l'entaille, remontera sur la petite courbe opposée, et échappera aussitôt que la première des deux palettes se mettra en contact avec l'une des dents de la roue *b*, comme le représente la position *d*. La seconde palette se présentera sous la dent suivante, au moment où les deux premières seront sur la ligne des centres, comme dans la position *e*. La roue continuant dans son mouvement, elles viendront, comme en *f*, et enfin comme en *g*. Dans ce mouvement, la pièce d'échappement aura parcouru un arc de 75 degrés. Au moment où la seconde palette échappera, une des chevilles de la roue *a*, se posera sur la grande courbe de la pièce de repos, comme en *g*; et le balancier revenant de droite à gauche, cette cheville glissera le long de cette courbe, entrera dans l'entaille, et remontera sur la petite courbe opposée, par l'impulsion qu'elle aura reçue, puis elle reprendra la po-

sition *c*, pour recommencer le même mouvement. En glissant le long de la grande courbe de la pièce de repos, la levée parcourt un arc égal à la première.

### 4° *Echappement à plan incliné.*

» La *fig.* 13(*bis*) représente les roues d'échappement en plan ; la roue *a*, porte douze chevilles, la roue *b*, douze palettes de pulsion à plan incliné. La *fig.* 14 fait voir le plan de la pièce qui s'engage avec les dents de la roue *a*, et sur laquelle se fait le repos; la *fig.* 15, celui de la palette de pulsion à plan incliné, et qui correspond à ceux des dents de la roue *b* : on voit cette pièce en perspective, *fig.* 16. La *fig.* 13 montre ces pièces montées sur l'axe du balancier Y, sur lequel se trouve fixé le spiral V. Les lettres *h*, *i*, *k*, *l*, indiquent les positions successives de l'échappement, ainsi que dans celui à engrenage.

» *Effet.* La position *h*, représente l'échappement dans son état de repos; la cheville de la roue *a*, s'appuie sur la circonférence de la pièce de repos, et le spiral n'a pas de tension. Le balancier tournant de droite à gauche, la cheville glissera le long de la partie allant en spirale vers le centre de mouvement : elle sortira de l'entaille et montera sur la petite courbe opposée, par l'impulsion qu'elle aura reçue, ce qui occasionera un léger recul à la roue. Dans ce mouvement, la levée aura parcouru un arc de 50 degrés. Le balancier revenant de gauche à droite, la cheville échap-

pera aussitôt que l'extrémité supérieure d'une des dents de la roue *b*, se mettra en contact avec la palette de pulsion, ainsi que l'indique la position *i* : les deux plans se mettront successivement en contact, et viendront sur la ligne des centres comme en *k*, et enfin dans la position *l*. Dans ce mouvement, la levée a parcouru un arc égal à celui de la première. Au moment où le contact de l'arc cesse, la cheville de la roue *a*, se pose sur la pièce de repos, comme en *l*, et reprend la position *h*, pour recommencer le même mouvement. »

On voit que dans ces quatre échappemens les deux premiers ont quelque analogie avec l'échappement de Dupleix, mais se rapprochent beaucoup plus de l'échappement à simple virgule, qui a été abandonné à cause de la difficulté de l'exécution. Nous craignons qu'ils ne présentent les mêmes inconvéniens, quoiqu'ils paraissent très-bien conçus.

### § V. — *Des échappemens à vibrations libres.*

Dans l'échappement à repos dont nous venons de parler dans les paragraphes précédens, la marche de la roue est suspendue pendant la vibration du balancier; mais cette suspension s'opère par la roue elle-même, qui, pendant tout le temps de la vibration, appuie une de ses dents sur une portion cylindrique portée par l'axe du balancier. On conçoit que la force dont la roue est animée produit sur l'axe du balancier un frottement qui, quelque petit qu'il soit, est un obstacle

au libre mouvement du régulateur. L'échappement à repos exige de l'huile, et entraîne par là des résistances variables très-nuisibles, comme le remarque judicieusement Ferdinand Berthoud.

Il paraît que ce célèbre horloger eut, en 1754, la première idée de l'échappement à vibrations libres. Voici comment il s'explique dans son *Histoire de la mesure du temps par les horloges,* tom. II, pag. 23 : « Ce sont les défauts que j'ai remarqués dans l'échappement à repos ordinaire, qui m'ont fait rechercher depuis très-long-temps les moyens de détruire ces obstacles de l'échappement. J'ai combiné, pour cet effet, l'échappement, de manière que, dès que la roue a donné son impulsion, le régulateur puisse achever librement sa vibration, et que, pendant ce temps, l'effort ou action de la roue ne soit pas suspendu, comme dans l'échappement à repos, par le régulateur même, mais par une détente que le régulateur ou balancier dégage en un temps indivisible; en sorte que le régulateur n'éprouve par là aucune autre espèce de résistance ou de frottement, que celle de dégager la détente qui suspend l'effort de la roue pendant que le balancier oscille librement.

» Dans cet échappement, le balancier fait deux vibrations, pendant qu'il n'échappe qu'une dent de la roue en un seul temps, c'est-à-dire que le balancier va et revient sur lui-même, et qu'à son retour à la seconde vibration, la roue, en échappant, restitue en une

vibration, au régulateur, la force qu'il a perdue en deux. Ainsi, pendant toute une vibration, et la plus grande partie de la seconde (1), l'action de la roue demeure suspendue par une détente; en sorte que le balancier, pendant ce temps, oscille librement. »

Nous ne nous attacherons pas ici à décrire tous les échappemens à vibrations libres qui ont été imaginés depuis que Ferdinand Berthoud en eut la première idée; nous sortirions du cadre dans lequel nous nous sommes proposé de nous renfermer. Ces échappemens sont en très-grand nombre, tant pour montres que pour les horloges à pendules. Ferdinand Berthoud, dans son *Histoire de la mesure du temps par les horloges*, en a fait une ample collection, que les amateurs consulteront avec intérêt. Nous nous bornerons à décrire l'échappement d'Arnold que l'on emploie aujourd'hui avantageusement, tant pour les montres de poche, que pour les horloges d'appartement, et surtout pour les montres marines.

## § VI. — *Echappement d'Arnold, à vibrations libres.*

La Pl. IV, *fig.* 17, présente tous les détails de cet échappement. La pièce cylindrique A, est entaillée en *g*, comme le montre la figure. Cette pièce A, est portée fixement par l'axe du balancier. Cet axe porte en même temps une

(1) La roue n'agit sur le régulateur que pendant le temps de la levée ou l'impulsion, qui n'est que d'environ 40 degrés.

dent ou doigt *a;* ces deux pièces, invariablement fixées à l'axe du balancier, se meuvent en même temps que lui. Sur la platine du mouvement est fixé, par une vis et des pieds, le ressort *b, c,* qui porte trois talons *d, f, k.* Le premier *d,* que l'on nomme talon d'arrêt, sert à suspendre la marche de la roue d'échappement B, et à ne laisser passer qu'une des dents de la roue successivement et lorsque le régulateur l'y force.

Le second talon *f,* fixé comme le premier sur le ressort *b, c,* sert à déterminer la longueur du petit ressort, extrêmement faible, *i, h,* qui se trouve fixé, dans ce talon, par une goupille, de même que le spiral dans son piton. Ce petit ressort arrive presque jusqu'à l'axe du balancier, de manière que le petit doigt *a,* ne peut pas tourner sans le faire vibrer. Le troisième talon *k,* reçoit dans une petite entaille, le petit ressort *i, h,* dont on va connaître la fonction.

Tout cela bien entendu, il sera facile de concevoir l'effet de cet échappement. Lorsque le balancier tourne dans le sens qu'indique la flèche, il entraîne la pièce cylindrique A, et le petit doigt *a.* Celui-ci fait fléchir le petit ressort *i,* qui cède sans effort, à cause de sa grande flexibilité, et laisse passer le petit doigt *a.* Tout cela s'opère sans que la roue d'échappement B, fasse aucun mouvement pour que la pièce cylindrique A, puisse atteindre aucune dent. Mais lorsque, après cette première vibration, le balancier retourne en

arrière, le petit doigt *a*, prend le ressort *i*, par-dessus, le fait appuyer sur le talon *k*, qui devient alors le centre du mouvement du ressort *b*, *c*. Ce talon *k*, est placé aussi près qu'il est possible de la pièce cylindrique A; le petit ressort *i*, devient alors assez fort pour faire fléchir le ressort *b*, *c*, qui, en se soulevant, entraîne le talon *d*, et dégage la dent de la roue d'échappement B. Ce ressort revient de suite à sa première position, et le talon *d*, arrête la dent suivante. Pendant ce mouvement, la dent *m*, est venue s'appuyer sur le talon *d*, et la dent *n*, qui s'est avancée en même temps, a rencontré la levée *g*, et a restitué au régulateur la force qu'il avait perdue en deux vibrations.

Le célèbre Bréguet a adopté cet échappement pour les chronomètres qui ne battent que cinq vibrations en deux secondes. Cet échappement fait un bruit très-sensible, de sorte qu'il est facile de compter les vibrations qui sont lentes, mais qui offrent une très-grande régularité.

### § VII. — *Echappement de L. Séb. Le Normand, à vibrations libres.*

L'échappement que je vais décrire fut inventé en 1784, et fonctionna parfaitement. Il fut exécuté dans une petite horloge de voyage, en remplacement d'un échappement à ancre à pendule. Cette pièce appartenait à l'ancien évêque de Montauban, avec lequel j'étais étroitement lié. C'est à cette même petite horloge que je construisis la cadrature que je

décrirai plus bas. Cet échappement et cette cadrature n'avaient jamais été décrits.

La *fig.* 18, Pl. 4, montre la roue en plan. Cette roue est à deux champs, c'est-à-dire qu'elle a un champ comme une roue de champ ordinaire sur chacune de ses deux surfaces. La roue a environ un millimètre d'épaisseur, et chacun de ses champs ne dépasse son épaisseur que d'environ un millimètre. Ce sont ces champs qui forment les plans inclinés que chaque dent de la roue porte alternativement sur une de ses surfaces. La roue a toujours un nombre pair de dents, puisque chaque dent forme la levée tantôt sur une surface, tantôt sur l'autre.

Cette roue se taille facilement sur l'outil à tailler les roues de rencontre, et se termine sur le même outil, y compris les plans inclinés, puisqu'il ne s'agit que de tailler soi-même deux fraises inclinées, l'une à droite, l'autre à gauche, et une troisième pour enlever une dent alternativement de chaque côté. On la divise d'abord en parties égales avec une fraise ordinaire, d'un millimètre d'épaisseur; ensuite avec la fraise plate et épaisse de la longueur d'une dent, on enlève alternativement une dent de chaque côté; enfin avec les fraises inclinées, on coupe la largeur de la dent qui reste, par la diagonale du rectangle que chacune d'elles présente en face. Alors les dents, la roue vue de profil, se présentent comme les montre la *fig.* 19.

La pièce d'échappement, *fig.* 20, est à peu

près ici de grandeur naturelle; elle est fixée en *a*, *fig.* 18, de manière à ne pouvoir tourner qu'avec cet axe qui est placé verticalement et dans le plan parallèle au plan de la roue. Sur le même axe est fixée à canon et d'une manière invariable une fourchette *b*, qui doit se trouver vis-à-vis d'une dent ou d'un doigt *c*, fixé de même sur l'axe du balancier *d*. Le balancier ou régulateur *f*, est placé horizontalement au-dessus de la cage, et dans un plan perpendiculaire au plan des platines. Au-dessus est placé le spiral S. La *fig.* 21 montre la forme de la fourchette *b*, fixée sur l'axe de la pièce d'échappement, *fig.* 18, et la *fig.* 22 montre la dent *c*, portée par l'axe du balancier *d*, et qui engrène dans la fourchette *b*.

On concoit que lorsque le spiral aura ramené la dent *c*, entre les dents de la fourchette *b*, le régulateur forcera la pièce d'échappement *a*, à faire un mouvement de rotation; elle présentera alors son entaille au plan incliné de la dent qui, en s'échappant, restituera au régulateur, par l'intermédiaire de la fourchette et de la dent, la force qu'il avait perdue pendant la vibration précédente, en lui faisant décrire un arc de levée de 40 degrés; la dent suivante de la roue viendra se reposer sur le plan de la pièce d'échappement *a*, jusqu'à ce que dans son retour le balancier dégage cette pièce, et laisse échapper une seconde dent qui fera décrire pareillement au régulateur un arc de levée de 40 degrés, et ainsi de suite.

L'essentiel, dans cet échappement, qui est d'une très-facile exécution, consiste à ce que la pièce d'échappement *a*, qui doit être un peu plus mince que la fraise qui a servi à tailler la roue, ait sa surface supérieure dans le plan du diamètre horizontal de la roue.

L'on a supprimé dans la figure les ponts qui supportent la pièce d'échappement et du balancier, afin de rendre le dessin moins confus.

J'avais conservé cet échappement pour le placer dans mon *levier chronométrique*, que je décrirai plus bas; mais il m'a été impossible de le faire exécuter comme il faut par feu M. Peschot.

## § VIII. — *Des échappemens pour les horloges-pendules et pour les horloges de clocher.*

Indépendamment du dernier échappement que nous venons de décrire, § VII, et qui est applicable aux horloges d'appartement auxquelles on ne veut pas donner un pendule pour régulateur, cet échappement procure l'avantage de faire battre directement les secondes mortes, quelle que soit la hauteur que l'on veuille donner à la boîte qui renferme le rouage. Il existe une quantité prodigieuse d'échappemens applicables à ces sortes d'horloges. Le lecteur envieux de connaître toutes ces inventions plus ou moins ingénieuses, n'a qu'à consulter les ouvrages suivans : *Traité d'horlogerie*, par Thiout aîné, 2 vol. in-4°; *Essai sur l'horlogerie*, et *Histoire de la mesure*

*du temps par les horloges*, chacun de 2 vol. in-4°, par Ferdinand Berthoud; *Traité d'horlogerie*, par J.-A. Lepaute, dans lesquels ils en trouveront de toutes constructions.

Nous nous bornerons, pour nous renfermer dans notre cadre, à décrire ici les échappemens qui sont reconnus pour être les meilleurs, et ceux que l'usage a le plus consacrés. Nous décrirons par conséquent, 1° l'échappement à ancre qui est employé dans presque toutes les petites horloges d'appartement ou de cheminée; 2° l'échappement à la Graham, qui est employé dans beaucoup de régulateurs et dans les horloges de clocher; 3° l'échappement à chevilles de Lepaute, le meilleur sans contredit qu'on ait encore inventé, et qui est généralement adopté pour tous les régulateurs et les grosses horloges qu'on construit de nos jours.

### § IX. — *De l'échappement à ancre, pour les horloges de cheminée.*

Cet échappement fut imaginé par un horloger anglais, sur le nom duquel on n'est pas d'accord; les uns l'attribuent à Thomas Mudge, d'autres à Clément; ce qui est fort peu important. Ce qui est essentiel, c'est d'en étudier la nature et d'en bien apprécier toutes les fonctions. On l'appelle échappement à ancre, parce que les deux branches qui le constituent ont quelque ressemblance avec les pattes d'une *ancre*.

Cet échappement, tel que la *fig.* 23, Pl. 4,

le représente, est le même que Berthoud a donné dans son *Essai sur l'horlogerie*, t. Ier, p. 129, nos 397 et 398; il est dessiné d'après les données de l'inventeur. Nous sommes obligé d'entrer dans quelques détails sur cet échappement, ainsi que sur celui qui a été perfectionné par Graham, et dont la description suivra immédiatement, afin de relever deux erreurs qui se sont répandues depuis quelques années dans le public sur la nature et les fonctions de ces échappemens. Plusieurs horlogers très-instruits ayant appris que nous nous occupions d'un traité sur l'horlogerie, nous ont engagé à donner des détails sur la véritable théorie de cet échappement en nous signalant ces erreurs. Nous avons senti nous-mêmes qu'en gardant le silence dans cette circonstance, nous pourrions laisser croire que nous reconnaissons ces erreurs pour des vérités.

La première de ces erreurs consiste à avancer d'une manière générale que *cet échappement est à recul* dans les horloges de cheminée. Cet échappement, tel qu'il est sorti des mains de son inventeur, est à repos, et la *fig.* 23, Pl. 4, qui le représente, le prouve d'une manière incontestable, puisque les courbes *d*, *c*, et *m*, *n*, sur lesquelles se font ces deux repos, sont des arcs de cercle qui ont leur centre en *a*.

On verra plus bas que Ferdinand Berthoud l'a dit expressément, lorsqu'il a donné les règles à suivre pour le faire *à recul* dans ces

petites horloges, dans la vue de rendre ses vibrations isochrones. Ce fut en 1763 que cet habile horloger, dans son *Essai sur l'horlogerie,* indiqua les moyens de rendre à recul l'échappement à ancre inventé en 1681, par Clément, horloger de Londres, tel que le représente la *fig.* 23, que nous venons d'indiquer. Cet échappement fut donc exclusivement à repos pendant 83 ans, avant que personne eût réussi à lui donner la forme la meilleure pour le mettre à recul afin de le rendre isochrone. Depuis la découverte de Berthoud, on voit beaucoup de ces échappemens à recul, quoiqu'il y en ait bien peu d'isochrones, parce que la plupart des ouvriers ne connaissent pas ou ne veulent pas s'astreindre à mettre à exécution les règles qu'il a prescrites. On n'a cependant pas abandonné la construction de cet échappement à repos. Il n'est donc pas exact de soutenir que cet échappement est à recul par sa nature, puisqu'au contraire il ne l'est que par l'art.

La seconde erreur consiste à soutenir que cet échappement, même celui de Graham, laisse passer deux dents à chaque oscillation. Cette assertion serait trop absurde pour qu'elle méritât une démonstration sérieusement contraire. Nous dirions seulement à celui qui la soutiendrait, qu'il n'a qu'à conduire à la main le pendule de son horloge, et qu'il compte le nombre de coups que la roue, animée par la force motrice, bat à chaque vibration : il n'en comptera assurément qu'un. Or

chaque dent en passant forme un battement. Donc, etc.

Voici les règles que donne ce savant horloger pour que l'échappement à ancre devienne à recul.

« La distance, dit-il, du centre *a*, de l'ancre d'échappement au centre A (*fig.* 23), de la roue, dépend de l'arc que l'on veut que le pendule parcoure. S'il en doit décrire de grands, comme de dix degrés, il faut alors que le centre *a*, soit placé près de la roue. Il faut avoir attention que dans tous les cas l'ouverture du compas, qui sert à tracer le *repos*, soit telle, qu'en tirant du point *n*, une ligne qui passe par le centre *a*, de l'ancre, et abaissant de l'extrémité *n*, une ligne qui passe par le centre de la roue, il faut que cette ligne soit perpendiculaire à *n*, *a*. Ainsi, si l'on place le centre de l'ancre plus haut que *a*, les palettes ou plans de l'ancre devront agir sur la roue à des points qui embrasseront un plus grand nombre de dents.

« Julien Le Roy et Saurin, en 1720, Enderlin, en 1741, s'occupèrent beaucoup de la recherche propre à déterminer la courbure que l'on doit donner aux faces de l'ancre pour rendre les oscillations du pendule isochrones. Ce fut Ferdinand Berthoud qui parvint à déterminer rigoureusement, ce qu'il confirma par une foule d'expériences, la véritable forme à donner à l'ancre, et résolut de la manière la plus satisfaisante le problème déjà posé par les savans horlogers qui l'avaient précédé.

« L'échappement isochrone, dont nous nous proposons de donner ici la manière propre à l'exécuter, n'est point à *repos*, dit Berthoud, comme celui que nous avons décrit (n° 396, page 129, *Essai sur l'horlogerie*), ni à aussi grand recul que celui à ancre d'Enderlin; mais son recul est moyen entre le *repos* du premier et le recul du second.

» Cet échappement, pour rendre les oscillations isochrones, est représenté Pl. IV, *fig* 24; nous l'avons fait voir très en grand, afin que l'on puisse aisément distinguer les traits de construction et le concevoir plus facilement: alors il ne sera pas difficile de le tracer en petit d'après les règles prescrites.

» Pour tracer l'ancre d'échappement, on prendra une plaque de laiton mince, bien dressée et adoucie, qui ait environ trois pouces en carré; je l'appellerai le *calibre d'échappement*: on percera vers un des bords de la plaque un trou à une distance suffisante pour qu'on puisse y tracer la circonférence de la roue. On fera entrer dans ce trou bien juste le tigeron du pignon du dessous de la roue, et de sorte que la roue s'applique tout contre la plaque. On tracera avec un bon compas, ou mieux avec le compas d'engrenage, un cercle de la grandeur exacte de cette roue.

» On prendra, avec le même compas, sur la platine des piliers, la distance qu'il y a du centre de la roue d'échappement jusqu'au trou du pivot de la tige d'ancre: on portera cette distance sur la plaque de laiton, et l'on

tracera du centre B, de la roue, la portion du cercle *b, c;* on percera en *a,* un petit trou de la grosseur du pivot de la tige d'ancre; ce trou représentera le centre de l'ancre. De ce centre on tirera la ligne *a, b,* qui soit tangente à la circonférence *b, c,* de la roue: si par le point *b,* d'attouchement on tire le rayon B, *b,* il sera perpendiculaire à *b, a,* ainsi qu'on le démontre en géométrie; et, selon les principes de la mécanique, l'action des dents de la roue doit se faire au point *b,* sur l'ancre: ainsi *a, b,* est la longueur qu'il faut donner au bras de l'ancre, pour que la roue agisse sur lui de la manière la plus favorable au mouvement.

» On posera la roue sur la plaque de laiton; on posera une pointe du compas sur le trou de l'ancre, et avec l'ouverture de compas *a, b,* on fera convenir l'autre pointe avec celle d'une dent *b,* de la roue prise en devant: pour cet effet, on tournera la roue selon qu'il sera besoin; on tiendra la roue fixe; on portera la pointe de compas de l'autre côté, pour voir si elle se présente contre le derrière de la pointe d'une dent *c* (1): si cela n'est pas, on changera l'ouverture du compas jusqu'à ce qu'elle passe en même temps par les pointes des dents les plus prochaines des points de

(1) La portion de cercle *c, p,* doit passer derrière la dent *c,* afin que l'angle *c,* de la patte *c, e,* ne vienne pas à arc-bouter sur le derrière des dents, à mesure que la dent *b,* écarte le bras *b, t,* et que celui-ci s'introduit entre les dents de la roue.

contact *c, b;* on trouvera les portions de cercle *b, t; c, p,* qui représenteront deux faces des pattes de l'ancre.

» Pour trouver les deux autres faces, il faut changer l'ouverture de compas, en sorte que les dents ayant parcouru la moitié de leur intervalle, elles passent par une seconde portion de cercle; mais comme cela se peut faire également, ou en ouvrant le compas plus qu'il n'était, ou en le refermant de la moitié de l'intervalle d'une dent; on choisira, de ces deux ouvertures, celle qui fera moins différer la longueur des traits avec les points de contact *c, b,* desquels on doit s'écarter le moins possible. On trouvera donc les deux autres faces de l'ancre *d, s; e, q,* que nous plaçons en dedans préférablement, pour diminuer l'espace que parcourt l'ancre, et par conséquent son frottement. Ainsi l'on aura les quatre faces des deux bras placées de manière à laisser échapper alternativement les dents à mesure que ces pattes pénètrent et s'écartent de la roue par le mouvement du pendule.

» Maintenant, pour régler la longueur des pattes de l'ancre, on partira de l'étendue des arcs de levée que l'on veut donner à l'échappement, que nous fixerons à cinq degrés de chaque côté, ou très-approchant.

» Pour marquer exactement cette levée de l'échappement, il faut avoir un demi-cercle gradué en degrés, dont on fera convenir le centre avec le trou du pivot d'ancre percé au calibre d'échappement; on prolongera la ligne

*a, b,* jusqu'en *f,* bord du demi-cercle gradué, et on tournera cet instrument jusqu'à ce qu'une de ses divisions corresponde avec la ligne *b, f;* on marquera en dedans un point *g,* écarté de l'autre de cinq degrés. Par ce point on tirera une ligne qui passe par le centre de l'ancre; elle marquera en *d,* la quantité dont la patte doit être engagée, pour que la roue en l'écartant par le plan incliné, l'ancre décrive cinq degrés. Ainsi, pour avoir ce plan incliné, on tracera la ligne *d, b,* qu'on fera passer par les points *d,* et *b,* où les droites *a, f; a, g,* qui mesurent l'angle *g, a, f,* coupent les portions de cercle *d, s; b, t;* on aura donc la patte *d, b,* tracée.

» Pour l'autre patte de l'ancre, on fera exactement la même construction on obtiendra l'angle *i, a, h,* de cinq degrés, ce qui déterminera la direction du plan incliné *c, e.* Par ce moyen, l'arc total de levée de l'échappement sera de dix degrés.

» L'échappement ainsi tracé serait à *repos,* puisqu'il est formé par des portions de cercle concentriques à *a;* mais comme un tel échappement ne corrigerait pas les inégalités de la force motrice, il faudra tracer sur les faces de l'ancre, des courbes *b, l; e, k,* qui feront rétrograder la roue, à mesure que les pattes s'engageront dans les dents par l'augmentation de la force motrice.

» Pour tracer ces courbes de manière à donner le recul qui m'a paru le plus convenable pour rendre les oscillations isochrones,

voici les dimensions que l'on suivra : on prendra avec un compas l'intervalle *b, m*, qui sépare les portions de cercle *b, t; d, s;* on le portera trois fois sur la portion de cercle, en partant de l'angle *b*, du plan incliné; de cette troisième division on marquera le point 4, avec la même ouverture de compas. De ce point et avec le rayon *a, b*, on décrira un petit arc de cercle vers *n;* du point *b*, et avec la même ouverture du compas on décrira, vers *n*, un petit arc qui coupera le premier au point *n*. Ce point *n*, sera le centre duquel, avec le même rayon *a, b*, on décrira l'arc *l*, 4, *b*, qui donnera la courbe cherchée.

» Pour tracer l'autre courbe dans l'intérieur de la patte *c, e*, on prendra la même épaisseur *e, u*, de cette patte; on partira de l'angle *e*, du plan incliné, et on la portera trois fois sur la portion de cercle *e, q*, de la troisième division; on marquera, avec la même ouverture de compas, le point 4, sur la direction d'une ligne 3, *a*, comme on l'a fait de l'autre côté. On trouvera le point *o*, de même qu'on a trouvé le point *n*, en prenant une ouverture de compas *e, a*, et en traçant, avec cette ouverture, deux petits arcs, du point *e*, et du point 4, qui se coupant en *o*, donnent le centre de l'arc *e, k*, 4, tracé avec le rayon *e, a;* ce qui détermine la courbe que doit avoir cette seconde patte.

» L'on aura ainsi la figure qu'il faut donner à l'ancre d'échappement, tracée exactement : pour avoir des vibrations isochrones,

il ne restera donc qu'à l'exécuter d'après ces dimensions. »

§ X. — *De l'échappement à ancre, perfectionné par Graham, pour les régulateurs et les grosses horloges.*

La *fig.* 25, Pl. IV, montre cet échappement. D'après les détails dans lesquels nous sommes entré dans la première partie du paragraphe précédent, sur la construction de l'ancre pour les horloges de cheminée, nous n'aurons que quelques mots à dire sur celle-ci. La roue d'échappement est en A ; l'ancre d'échappement B, a son centre de mouvement en *a*, à une distance de trois fois le rayon de la roue A. Le repos se fait sur un arc de cercle C, D, E, qui passe par le centre de la roue A. Il résulte de là que chaque dent de la roue fait repos alternativement sur l'arc extérieur D, E, d'un côté, et sur l'arc intérieur C, de l'autre, ces deux arcs appartenant à la même circonférence de cercle. Il passe une dent à chaque oscillation du pendule.

Pour avoir l'inclinaison des plans, on détermine le nombre de degrés que l'on veut faire décrire au pendule, on formera un angle *f*, *a*, *g*, d'un côté, et un autre *h*, *a*, *b*, de l'autre, chacun de moitié des degrés qu'on aura déterminés : en construisant, comme nous l'avons indiqué pour l'ancre des horloges de cheminée, les côtés de ces angles donneront les inclinaisons des plans C, 1, pour une des pattes D, 2, pour l'autre.

§ XI. — *De l'échappement à chevilles de Lepaute, pour les régulateurs et les grosses horloges.*

« La *fig.* 26 de la Pl. IV montre cet échappement, dont la première pièce est un arbre F, placé horizontalement, terminé par deux pivots, dont l'un roule dans la platine des piliers, et l'autre dans un pont ou coq, fixé en dehors de l'autre platine. C'est entre le coq et la platine qu'est rivée sur l'arbre la fourchette du pendule.

» Cet arbre porte deux leviers recourbés, G, A, *c*; H, B, *d*, qui y sont fixés à frottement dur, de manière qu'on puisse les ouvrir plus ou moins, et leur faire faire l'angle qui est nécessaire pour les effets qu'on s'y propose.

» Les parties R, I, L, S, des leviers sont des arcs de cercle dont le centre est dans le même plan que la roue et sur l'axe F; mais ils se terminent par des plans inclinés I, *c*; L, *d*.

Le levier G, A, *c*, passe derrière la roue, tandis que le levier H, B, *d*, est sur la partie antérieure de la roue. La roue porte sur ses deux faces des chevilles perpendiculaires à son plan. Nous avons laissé en blanc, celles qui sont au-devant de la roue; les chevilles ombrées, placées alternativement avec les autres, sont à la partie postérieure de la même roue.

» La roue descendant de *u*, en *x*, comme l'indique la flèche, par la force du poids, les chevilles de la partie antérieure rencontrent

le plan incliné L, *d*, et le poussent vers B. Par ce mouvement-là, le levier G, A, *c*, qui est à l'autre face de la roue, s'avance sous la cheville suivante; alors la cheville Y, ayant échappé au point *d*, et le levier continuant à s'éloigner par la force d'impulsion imprimée au pendule; la cheville suivante *u*, se trouve sur la partie circulaire concave R, I, qui est l'arc de repos.

» Les leviers étant ramenés du côté de A, par l'oscillation descendante du pendule, la cheville qui frottait sur l'arc R, I, rencontre bientôt le plan I, *c*, sur lequel elle agit comme la première, mais en sens contraire, en poussant les leviers de C, en A, jusqu'à ce que la cheville suivante vienne se trouver sur l'arc constant L, S, pour redescendre de là sur le plan L, *d*, et ainsi de suite.

» Comme chaque cheville de la roue répond à une oscillation du pendule, il doit y avoir, dans les régulateurs, soixante chevilles sur la roue, dont trente sont placées sur une des faces de la roue, et les trente autres dans les intervalles des premières; mais sur l'autre côté de la roue ces chevilles sont placées, de part et d'autre, non pas précisément sur une même circonférence, ou à égale distance du centre de la roue, mais les chevilles qui doivent agir sur le plan I, *c*, agissant par leur côté intérieur, qui est le plus près du centre de la roue, et les chevilles qui poussent le plan L, *d*, agissant au contraire par leur côté extérieur, qui est le plus éloigné du centre,

on a fait en sorte que les côtés intérieurs des chevilles *m*, *n*, et les côtés extérieurs des chevilles *x*, *y*, se trouvent précisément sur un même cercle, et il faut pour cela placer les chevilles d'une des faces de la roue, sur un cercle dont le rayon soit moindre de la quantité d'un diamètre de la cheville, que le rayon du cercle sur lequel sont plantées les chevilles de l'autre face; par ce moyen, l'impulsion sur les deux plans se fait exactement à la même distance du centre de la roue, et par un levier toujours égal.

» Si les deux chevilles étaient rondes, celle qui serait parvenue à l'extrémité *c*, ou *d*, du plan, échapperait aussitôt que son centre serait parvenu vis-à-vis de l'angle *d*, ou *o*, et avant que l'épaisseur entière de la cheville fût parvenue au-dessous de *d*, ou *c*. Or, comme l'épaisseur entière du levier I, *e*, ou *d*, L, doit passer entre les deux chevilles, et qu'elle n'y peut passer que lorsque la cheville entière sera au-dessous de *c*, ou de *d*, il s'ensuit que cette cheville descendrait encore de la valeur de son rayon après avoir échappé, et par conséquent la cheville qui est au-dessus tomberait de la même quantité; ce serait là une chute que l'on doit toujours éviter, soit à cause du trémoussement et de l'usure qu'elle produit dans les pièces, soit à cause de la perte de force qui serait employée inutilement dans le choc.

» Or, en retranchant la moitié de l'épaisseur de la cheville, il arrive qu'aussitôt qu'elle a

échappé, elle est en état de passer sous le levier, et que la cheville suivante se trouve d'elle-même, et sans aucune chute, arrivée sur l'arc de repos.

» Quoique les chevilles soient réduites à des moitiés de cylindre, c'est toujours leur convexité, c'est-à-dire leur partie inférieure qui frotte sur les arcs de repos; or il ne peut pas y avoir de frottement moindre en surface que celui d'une surface convexe sur une surface plane; l'huile et les ordures qui s'amasseraient sous la surface d'une dent, et qui contribueraient à user tout autre échappement, ne peuvent se rencontrer sous une cheville aussi mince. C'est aussi par leur convexité $x, m, y, n$, que les chevilles agissent sur les plans inclinés, et elles n'échappent que lorsque l'angle de la cheville est arrivé à l'angle inférieur du plan incliné.

» Cet échappement réunit donc généralement tous les avantages que l'on avait désirés jusqu'à présent dans un échappement, sans en avoir aucun défaut.

» Les repos sont parfaitement égaux et à égale distance du centre; le frottement sur les arcs de repos est très-petit; les deux arcs de repos sont tous les deux concaves, et parcourus avec la même vitesse, la même force, la même direction. Les leviers par lesquels la roue agit, sont égaux, aussi bien que les plans sur lesquels elle agit; l'impulsion commence à la même distance du centre, et finit à la même distance sur tous les deux; elle se

fait avec une même force et dans le même sens. »

Cet échappement est, sans contredit, le meilleur des échappemens connus, et vraisemblablement il jouira pendant long-temps de ce précieux avantage.

On a ajouté un perfectionnement à la construction que nous venons de donner d'après son auteur. Il consiste à placer sur un des leviers G, A, *c*, un plot en cuivre qui peut avoir un petit mouvement circulaire. Ce plot est taraudé dans le sens perpendiculaire à la ligne F, I. Sur l'autre levier, et vis-à-vis, est placé un autre plot dans lequel est engagée la tête d'une vis, qui ne permet à la vis qu'elle porte qu'un mouvement circulaire autour de son axe. Les hélices de cette vis vont se tarauder dans le plot placé sur l'autre levier, de sorte qu'elle fait la fonction de vis de rappel. Il en résulte qu'en faisant tourner la tête de cette vis, à l'aide d'une clef, à droite ou à gauche, on approche ou l'on éloigne les deux plans inclinés, afin de mettre l'échappement au plus près. Les ouvriers entendront parfaitement cette construction.

## CHAPITRE VII.

### DE LA COMPENSATION, OU DES MOYENS EMPLOYÉS POUR CORRIGER LES EFFETS DE LA TEMPÉRATURE DANS LES MACHINES PROPRES A MESURER LE TEMPS.

« C'est une vérité généralement reconnue

et prouvée par toutes les expériences, que la chaleur dilate tous les corps, et que le froid les condense; et comme il arrive, ajoute Berthoud, que nous n'éprouvons pas deux momens de suite le même degré de chaleur, on peut dire que toutes les parties des corps, que nous estimions autrefois être dans un parfait repos, sont, au contraire, dans un mouvement continuel, et que ces corps sont ainsi plus grands en été qu'en hiver, et le jour que la nuit.

» On sait aussi qu'un pendule qui est plus long, fait des vibrations plus lentes, et que s'il est plus court, ses vibrations sont plus promptes. Or, la chaleur alongeant la verge du pendule, on voit qu'en été l'horloge à pendule doit retarder, et qu'en hiver elle doit avancer par cette action. Cette machine doit, par ces causes, n'avoir pas une marche uniforme; il est donc essentiel, pour la perfection des machines qui mesurent le temps, de connaître les quantités de la dilatation des différens métaux par le chaud et par le froid, et de trouver les moyens de corriger ces effets. »

Le raisonnement que Berthoud applique ici aux pendules, est commun à tous les régulateurs; ainsi, dans les horloges portatives, qu'on appelle *montres*, non-seulement le balancier, mais le ressort spiral sont assujétis aux mêmes lois de la dilatation et de la contraction. Les moyens employés pour corriger ces défauts sont désignés par les horlogers sous la dénomination de *compensation*.

Parmi les innombrables moyens plus ou moins ingénieux que l'on a mis en usage pour obtenir la compensation, nous choisirons ceux qui nous paraissent les plus sûrs et les meilleurs, et nous renverrons le lecteur aux savans auteurs que nous avons déjà cités, Thiout aîné, Lepaute et Ferdinand Berthoud, qui n'ont rien laissé à désirer pour décrire tout ce qu'ils ont connu. Nous indiquerons d'abord les moyens employés pour obtenir la compensation dans les horloges portatives, ou montres de poche; nous parlerons ensuite des mêmes moyens appliqués au *pendule*.

Dans tous les systèmes de compensation on emploie comme principale pièce une lame bi-métallique, c'est-à-dire composée de deux métaux, dont la dilatation et la contraction par le chaud ou par le froid sont dans des rapports assez éloignés. Ces deux métaux sont le plus ordinairement le cuivre jaune et l'acier, qui sont continuellement entre les mains des horlogers. Les expériences sans nombre qu'on a faites pour connaître le rapport de la dilatation de ces métaux entre eux, ne laissent depuis long-temps rien à désirer, et l'on sait que la dilatation du laiton est à celle de l'acier dans le rapport de 121 à 74.

Il suit de là que si l'on suppose une lame bi-métallique, formée d'une lame d'acier et d'une lame de laiton de même longueur, de même largeur et de même épaisseur, fixées ensemble, soit par des rivures, et mieux au moyen de soudures; si l'on suppose encore que

ces deux lames ainsi réunies soient solidement fixées par une de leurs extrémités sur la platine, tandis que l'autre extrémité est libre, la chaleur agissant sur elles, alongera la lame de laiton plus que la lame d'acier, et forcera celle-ci à se courber du côté où elle se trouve placée. Par le froid, au contraire, le laiton se contractant plus que l'acier, attirera ce dernier de son côté, et son extrémité décrira un arc en sens contraire du premier.

Les horlogers habiles ont tiré parti de cette propriété bien reconnue et prouvée par l'expérience, et l'ont appliquée de différentes manières pour obtenir, tant dans les montres que dans les pendules, les corrections ou les compensations qu'ils cherchaient, et d'où est résultée une plus grande régularité dans les machines destinées à la mesure du temps, ainsi que nous allons l'expliquer dans les deux paragraphes qui vont suivre.

§ I^er^. — *De la compensation dans les montres ou horloges portatives à régulateurs circulaires.*

Si l'irrégularité que l'on remarque dans les montres de poche ne provenait que de la dilatation ou de la contraction de la matière dont sont formés le balancier et le ressort spiral, il n'y a pas de doute que l'emploi d'une lame bi-métallique, convenablement appliquée à l'échappement, corrigerait le défaut qu'on s'attacherait à combattre; mais il n'en est malheureusement pas ainsi.

Pour faire bien comprendre ce que nous

avons à dire, nous diviserons, avec les meilleurs horlogers, la très-grande quantité des montres qui se fabriquent, en trois classes bien distinctes. Nous plaçons naturellement dans la première celles que l'on désigne sous le nom de *montres marines*, dont nous ne nous occuperons pas dans cet ouvrage, ainsi que nous l'avons déjà dit, par la raison que les horlogers, qui les fabriquent spécialement, sont trop instruits et en trop petit nombre pour que ce que nous aurions à leur dire pût leur apprendre des choses qu'ils connaissent aussi bien que nous. D'ailleurs, pour traiter cette partie avec tous les soins qu'elle exigerait, plusieurs volumes suffiraient à peine, et le format que nous avons adopté ne s'y prêterait pas, à cause de la grandeur des planches indispensables.

Dans la seconde classe, pour laquelle nous écrivons ici spécialement, se trouvent comprises d'autres montres, qui, sans être du prix des premières, et sans avoir le même mérite, ont cependant une marche beaucoup plus régulière que celles que nous comprenons dans la troisième classe, qu'on appelle communément *montres à roue de rencontre*, qu'on n'exécute presque plus aujourd'hui avec cette perfection que Berthoud avait indiquée, et que nous avons décrite.

Nous nous bornerons à signaler, avec M. Destigny, habile horloger de Rouen, les principaux moyens employés pour la perfection des montres dont nous nous occupons.

« Ces perfectionnemens consistent à réduire les frottemens et à les rendre constans, autant que possible, en faisant rouler les pivots dans des trous de pierres fines, à garnir aussi les parties frottantes de l'échappement avec des pierres fines, et à former cet échappement de manière qu'il ait la propriété corrective de l'inconvénient d'une force motrice variable, à faire l'application d'un ressort spiral éprouvé, dont les oscillations grandes ou petites soient isochrones.

» L'isochronisme ou l'égale durée des oscillations du régulateur, dans les machines destinées à la mesure du temps, est la base de l'horlogerie exacte, et c'est vers ce but que se dirigent toutes les recherches; mais il y a tant de causes qui concourent à troubler cet isochronisme, que ceux qui chercheraient à l'obtenir feraient de vains efforts, s'ils ne réunissaient à la connaissance des lois du mouvement celle des mathématiques et de la physique.

» Indépendamment de l'action de la température sur le spiral, qui, en le dilatant ou le contractant, le rend plus faible ou plus fort, et par là diminue ou augmente son action sur le mouvement du balancier, en retarde ou en accélère les vibrations, et par conséquent fait retarder ou avancer la montre; elle influe de la même manière sur le balancier, dont elle augmente ou diminue le diamètre, seconde cause d'irrégularité.

» Le froid agissant sur l'huile aux pivots,

en lui faisant perdre sa fluidité, augmente la résistance au mouvement dans le rapport de la somme des frottemens, ce qui occasione du retard dans la marche. Cet effet peut varier à l'infini, puisqu'il résulte du plus ou moins de frottemens qui peuvent augmenter ou diminuer, selon la grosseur des pivots, le diamètre et le poids du balancier, et la grandeur des espaces qu'il parcourt. On voit que le froid exerçant son influence en même temps sur diverses parties de la montre, produit deux effets contraires, ce que l'on peut appeler compensation naturelle. Si ces effets opposés étaient dans un même rapport, il s'établirait une compensation absolue, qui rendrait inutile ou plutôt nuisible l'emploi d'un compensateur. Si, au contraire, le retard provenant de l'augmentation des frottemens était plus considérable que l'avance causée par la contraction du spiral, la montre retarderait par le froid; et dans ce cas, le compensateur, dont l'effet est de faire retarder par le froid, serait encore nuisible, puisqu'il ajouterait à la variation. Le même raisonnement peut être appliqué en sens inverse pour la chaleur.

» Cette théorie explique pourquoi le changement de température pourrait faire avancer une montre, tandis qu'il en ferait retarder une autre; elle explique encore pourquoi une montre ordinaire, grossièrement exécutée, peut avoir, pendant quelque temps, une marche très-régulière, tandis qu'une autre montre bien faite, mais qui n'aurait pas de

compensateur, devrait naturellement varier par le changement de température. Dans la première, le hasard fait naître, de certains défauts, une compensation qui ne peut durer long-temps; au lieu que la seconde, n'ayant aucun des défauts qui peuvent contribuer pour un moment à la régularité de la marche de la première, doit nécessairement varier par les effets de la température, s'ils ne sont pas compensés. »

Nous n'avons pu donner ici qu'un extrait bien abrégé des savans mémoires de M. Destigny, que nous engageons le lecteur à lire dans la 1re série des *Annales de l'industrie nationale et étrangère*, tom. III, pag. 268 à 300. Ces deux mémoires qui se suivent sont extrêmement importans sur la matière qui nous occupe, tant pour les balanciers des montres que pour les pendules.

De ce qui précède on voit que ce n'est que par le tâtonnement, avec beaucoup de peine et à grands frais qu'on peut obtenir cette perfection dans les montres, parce qu'on n'avait pas songé à se réserver les moyens d'augmenter ou de diminuer l'effet du compensateur, afin de le mettre en rapport avec la variation à laquelle on se propose de remédier.

Voyons comment on avait employé jusqu'ici le compensateur dans les montres bien exécutées. Le célèbre Bréguet inventa, à ce qu'on croit, le compensateur que la *fig.* 27, Pl. IV, représente. C'est une lame bi-métallique, *c*, acier et laiton soudés ensemble, l'acier

en dehors. Cette lame est repliée sur elle-même et suit la circonférence du balancier. Elle est fixée par une vis sur la raquette *b*, dont on voit une partie. La branche intérieure est libre et porte à son extrémité un talon, qui se présente devant une cheville rivée sur la même raquette. C'est entre le talon et la cheville que le spiral *d*, vibre. On voit qu'ici on n'a pas la faculté d'alonger ou de raccourcir la lame bi-métallique, et que si elle compense, ce ne peut être que par un effet du hasard.

*Compensateur de M. Destigny.*

M. Destigny, après avoir mûrement réfléchi sur les inconvéniens qui résultent de cette construction, y remédia en plaçant une seconde raquette sur la première, mais de manière à ce que la première entraînât la seconde. Sur cette seconde raquette il fixa un levier angulaire à charnière au sommet de l'angle, et à l'aide d'un petit ressort, il forçait les deux côtés de l'angle à se tenir constamment éloignés l'un de l'autre. Le côté mobile est sans cesse poussé contre le talon du compensateur de Bréguet, et le même côté porte à son extrémité un autre talon semblable au premier. C'est ce talon qui vient se présenter devant la cheville du spiral, qui vibre entre les deux.

On conçoit que le compensateur agissant non plus directement sur le spiral, mais sur le levier additionnel, il est facile, en avançant

ou en reculant le levier, d'obtenir à volonté le degré de compensation qu'on désire. Nous ne décrirons point ici ce mécanisme, qu'on trouve avec figures dans le tome III des *Annales de l'industrie*, que nous avons citées, parce que depuis la publication qu'en a faite cet habile horloger en 1821, on a proposé des moyens plus simples que nous allons faire connaître.

*Compensateur par M. Perron.*

Vers la fin de la même année 1821, M. Perron fils, horloger-mécanicien à Besançon, adressa à la Société d'encouragement un mémoire explicatif de son procédé. Ce mémoire se trouve aussi dans les *Annales de l'industrie*, tome IV, page 194. Voici en quoi consiste cette construction.

M. Perron emploie une lame bi-métallique comme Bréguet, mais il ne la replie pas sur elle-même, il la laisse tout étendue, mais contournée en demi-cercle, *fig.* 1, Pl. V. Il la fixe par une vis à collet *a*, sur la grande queue de la raquette. Cette vis s'engage dans une rainure circulaire, qui permet d'alonger ou de raccourcir la lame bi-métallique *b*. Cette lame porte à son extrémité libre un curseur *d*, qui coule le long de la lame, afin de régler la compensation au plus près. Ce compensateur *b*, est formé d'une lame d'acier calibrée dans toute sa longueur, et ayant trois quarante-huitièmes de ligne d'épaisseur; sur cette lame est soudée une lame de laiton de cinq quarante-huitièmes de ligne, de sorte

que son épaisseur totale est d'environ huit quarante-huitièmes de ligne. Pour obtenir la compensation exacte des effets de la température, il faut faire le compensateur plus long qu'il n'est besoin, afin que la correction soit trop forte, c'est-à-dire qu'il fasse avancer la montre par le chaud et la fasse retarder par le froid.

On fait marcher la montre par 27 ou 28 degrés du thermomètre de *Réaumur;* dans cet état, le spiral doit avoir très-peu de jeu entre la goupille de la raquette et l'extrémité de l'angle de la boîte du curseur. On diminue la température, et on règle à peu près la montre par 12 ou 15 degrés; ensuite on l'expose à la chaleur de 27 ou 28 degrés, et enfin au froid de la glace. Si la montre retarde par le froid et avance par le chaud, on éloigne le curseur de l'extrémité du compensateur, et on recourbe la lame pour que la boîte soit vis-à-vis de la goupille de la raquette, et toujours de proche en proche, afin d'obtenir l'exacte correction des effets de la température; si le contraire arrivait, c'est-à-dire qu'étant exposée au froid, la montre avançât, et retardât par le chaud, on augmenterait l'effet du compensateur, en diminuant son épaisseur; mais jamais cet effet n'a lieu. On donne pour longueur au compensateur un peu plus de la moitié de la circonférence du balancier.

*Compensateur par M. Robert jeune.*

En 1829, M. Robert jeune, horloger à Blois,

imagina un nouveau compensateur, basé toujours sur la lame bi-métallique de Bréguet, mais d'une bien plus facile exécution et moins embarrassant que celui de M. Perron. Voici son procédé :

Il fait porter sur la raquette d'avance et de retard *a*, *fig.* 2, Pl. V, un arc bi-métallique *b*, auquel il donne la forme d'un cercle presque complet. L'un des bouts est fixé à la circonférence du cercle en *c*, et l'autre est libre, selon la méthode accoutumée ; mais la vis qui sert à maintenir la pièce lui permet de tourner à frottement doux sur son centre comme sur un pivot, de manière qu'on puisse opposer à la goupille d'arrêt, tel ou tel point de la convexité de l'arc bi-métallique. Plus ce point est loin de l'extrémité où est la vis, plus l'effet de la dilatation est marqué, plus l'espace qui sépare l'arc compensateur est large, et plus le spiral *d*, a de liberté dans ses vibrations, par conséquent plus l'arc compensateur produit d'effet. Il ne reste donc qu'à soumettre la pièce d'horlogerie à l'épreuve de deux températures extrêmes, et à faire pirouetter l'arc bi-métallique sur la vis qui lui sert de pivot, jusqu'à ce qu'on ait réussi à obtenir une marche constante dans ces deux états. Quelques essais très-faciles conduisent bientôt à ce résultat.

M. Duchemin, habile horloger de Paris, a perfectionné cette invention, qui est ingénieuse et d'une simplicité remarquable, en plaçant vers le bout libre de l'arc bi-métal-

lique un curseur comme celui imaginé par M. Perron. Alors le spiral se trouve pincé comme entre deux goupilles, et en se déployant il n'est pas obligé de se coucher sur l'arc bimétallique. Ce compensateur est décrit avec figures dans le tome XXVIII du Bulletin de la Société d'encouragement, page 293.

### § II. — *De la compensation dans les horloges à pendule.*

L'effet de la température sur les métaux est toujours le même, la dilatation par le chaud, la contraction par le froid, quelque forme qu'on leur donne, car ces effets ont lieu dans tous les sens. Lorsque les expériences faites par de savans physiciens eurent confirmé cette vérité, et qu'on se fut aperçu que les divers métaux se dilataient dans des rapports différens entre eux, les habiles horlogers sentirent bien qu'il était important de trouver des procédés sûrs pour remédier aux effets de la température sur le pendule, afin de rendre sa longueur invariable et régulariser par là la marche des horloges. L'histoire des moyens qu'on employa pour y parvenir ne peut pas être du ressort de ce Manuel, qui doit présenter seulement ce qui a été exécuté de plus parfait; et le lecteur désireux d'étudier toutes ces recherches consultera avec fruit les ouvrages de Ferdinand Berthoud, que nous avons cités plusieurs fois.

Lorsque par des expériences rigoureuses, on fut convaincu que le rapport de dilata-

tion entre le laiton et l'acier est comme 121 à 74, chacun chercha à combiner des tiges d'acier avec des tiges de laiton dans le rapport inverse, c'est-à-dire qu'on donnait aux lames ou tiges d'acier une longueur comme 121, et à celles de cuivre une longueur comme 74. On était supposé prendre ces longueurs à partir du centre de mouvement au centre d'oscillation. Le centre de mouvement du pendule est toujours facile à trouver; mais le centre d'oscillation présente au contraire beaucoup de difficultés, comme on le verra au Chapitre VIII, paragraphe 2. On ne fit pas attention que les rapports que nous venons de donner entre le laiton et l'acier ne sont pas constans; que ces rapports changent selon la nature du laiton, son écrouissement plus ou moins grand, et qu'il en est de même pour l'acier.

Les mêmes causes qui établissent des variations dans la compensation des régulateurs des montres, et que M. Destigny a développées avec tant de sagacité, se présentent dans le pendule ou régulateur des horloges. Il serait trop long de rapporter ici le mémoire de ce savant horloger, inséré dans les *Annales de l'industrie*, tome III, de la page 268 à 300. Ce ne peut donc être que par tâtonnement que l'on peut arriver à compenser exactement les effets de la température dans le pendule des horloges, comme nous l'avons prouvé pour les balanciers ou régulateurs des montres.

Dans les pendules de cheminée, M. Destigny emploie une lame bi-métallique composée d'une lame de laiton et d'une lame d'acier d'égales dimensions, soudées ensemble, et fixée sur la platine par une patte qui est placée au bas de la lame bi-métallique, dont l'acier occupe la partie supérieure. L'on voit cette disposition dans les *figures* 28 et 29, Pl. IV, où D, est la lame bi-métallique fixée à la platine par la vis C; l'autre extrémité de cette lame passe dans une espèce de chappe dans laquelle passe aussi le ressort de suspension. La vis qui est fixée au centre de la tête G, godronnée, sert à élever ou abaisser la lentille pour régler la marche de l'horloge. On y remarque, 1° que la lame bi-métallique est fixe, comme l'auteur le dit dans sa description; 2° que la lame bi-métallique supporte le poids du pendule et de la lentille, suspendus au bout d'une lame de ressort qu'il a substituée avec raison à la soie que l'on met ordinairement à ces pendules; 3° sur la platine est fixé, par une vis et des pieds, un coq B, qui porte deux pièces jumelles entre lesquelles passe le ressort de suspension librement et sans jeu.

En réfléchissant sur cette construction, à laquelle nous applaudissons, quant au principe, nous avons été peiné de voir que l'auteur n'a pas tiré de cette invention tout le bien qu'il nous paraît pouvoir en résulter. Voici les légers changemens que nous avons conçus : 1° nous suspendons le pendule par

deux ressorts très-faibles, montés par leurs deux extrémités entre deux lames de cuivre à une distance de cinq à six millimètres l'un de l'autre. 2° Si la platine est carrée, nous plaçons la lame bi-métallique près du bord supérieur de la platine, *fig.* 30, et nous donnons à la lame une forme droite ; si la platine est ronde, comme on les fait ordinairement, et comme l'indique la *fig.* 28, nous lui donnons la forme circulaire de la platine ; mais nous ne fixons pas à demeure sa patte C, à l'aide d'une entaille en arc de cercle qui a pour centre le centre de la platine ; si elle est ronde, on laisse à cette lame la faculté d'avancer ou de reculer, afin d'établir par tâtonnement la compensation au plus près. On peut produire cet effet d'avance ou de recul par une vis de rappel ; cette pièce est fixée par la vis L, *fig.* 30. 3° Nous supprimons le coq B, et nous le remplaçons par une pièce M, qui porte les deux pièces jumelles entre lesquelles passent librement et sans jeu les deux ressorts de suspension. Cette pièce M, est à coulisse libre et sans jeu sur la platine, et ne peut avoir de mouvement que dans le sens vertical. Dans la partie supérieure de cette pièce sont fixées quatre fortes goupilles parallèles entre elles, qui reçoivent librement et sans jeu le bout libre de la lame bi-métallique. 4° Le petit châssis des ressorts de suspension est porté par le bout de la vis N, *fig.* 31, de sorte qu'en tournant la tête godronnée de cette vis, on

peut alonger ou raccourcir le pendule, et régler l'horloge à volonté.

On voit que, par cette construction, 1° la lame bi-métallique est indépendante du pendule, qu'elle ne supporte plus, et ce poids, quelque faible qu'on puisse le supposer, peut s'opposer à la régularité de la compensation; 2° en donnant la facilité d'alonger ou de raccourcir la lame bi-métallique, on peut obtenir, par le tâtonnement, qui a été reconnu nécessaire par M. Destigny, et que nous reconnaissons comme lui, la plus grande régularité dans la compensation.

Nous donnons à notre lame bi-métallique une longueur suffisante pour compenser selon la longueur du pendule à peu près. Chaque métal a un millimètre d'épaisseur, et la lame a quatre millimètres de large; par conséquent, en écartant les deux ressorts de suspension de six millimètres, elle passera librement entre les deux, et sa fonction ne consistera qu'à élever ou abaisser le point de suspension en faisant mouvoir la pièce M, qui, si elle est bien construite, n'offrira aucune résistance.

Cette construction peut être également applicable aux régulateurs dont le pendule bat la seconde et dont la suspension est à ressort, et débarrasse de toute cette construction qu'on a employée jusqu'à ce jour, et dont l'effet n'est pas sûr.

Mais lorsque le pendule a une suspension à couteau, ce qui est adopté avec raison dans

les horloges astronomiques et parfaitement construites, on ne peut pas employer le même moyen; heureusement que le génie des artistes est venu aplanir toutes les difficultés. Ce que nous connaissons de plus ingénieux et de plus sûr, est un procédé imaginé par M. Charles Zademach, horloger à Leipsick, et dont il a donné lui-même la description dans le *Journal pour les fabriques et les manufactures*, qui s'imprime dans cette ville en langue allemande.

Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans les trois figures 3, 4 et 5, Pl. V.

Deux lames d'acier A, A, *fig.* 4, vissées haut et bas sur deux pièces de laiton de même épaisseur, que l'on voit en *i*, (*fig.* 4), et en *y*, (*fig.* 5), les maintiennent parallèlement l'une à l'autre. Ces deux figures sont supposées ici n'en faire qu'une et réunies bout à bout en A, A, pour former la longueur entière du pendule, qu'elles montrent en profil.

A l'extrémité inférieure de la lame de laiton B, est fixée la vis double *u*, *u*, (*fig.* 3); cette lame est maintenue dans sa position entre les deux autres par des segmens de cercle *h*, *h*, (*fig.* 4 et 5), qui l'empêchent de s'approcher plus de l'une que de l'autre, et par deux rouleaux de friction *d*, *d*, (*fig.* 3, 4 et 5), qui la traversent et qui sont traversés eux-mêmes chacun par un axe ou vis *g*, *g*; les ouvertures pratiquées dans cette lame pour le passage des rouleaux, sont, comme on le voit en *f*, *f*, (*fig.* 3), assez larges et as-

sez longues pour que ces rouleaux ne deviennent point un obstacle aux mouvemens d'extension et de contraction que les changemens de température occasionent dans la lame. On voit en *x*, (*fig.* 5), comment son extrémité supérieure est butée et liée à la pièce de cuivre *y*.

C'est au moyen des deux leviers du premier genre C, C, que s'opère la compensation; leur axe ou point d'appui *t*, *t*, est fixé sur les deux lames d'acier, et tandis que l'excédant d'extension ou de contraction que prend la lame de cuivre sur les deux autres, se manifeste sur les deux bras de ces leviers à l'aide des écrous D, D, l'autre soulève ou abaisse la traverse ou coussinet *b*, *b*, et avec elle la traverse cylindrique *a*, à laquelle est suspendu l'enfourchement E, E, qui supporte la lentille K; de sorte que celle-ci monte ou descend d'une quantité égale au degré de dilatation ou de condensation pris par les lames d'acier. Les lettres *c*, *c*, (*fig.* 3 et 4), indiquent la coulisse dans laquelle se meut la traverse cylindrique *a*.

L'objet des deux écrous D, D, de la vis double *u*, *u*, est de régler la course de l'extrémité *v*, *v*, des leviers, en se rapprochant plus ou moins de leur point d'appui *t*. Il est évident que plus le point sur lequel l'écrou porte sera proche de l'axe du levier, plus la course *v*, sera grande, lorsque la lame B, se dilatera.

La lentille K, dont on ne voit qu'une partie, est fixée sur l'enfourchement E, E, qui ter-

mine le pendule que nous venons de décrire. L'écartement des deux branches de cet enfourchement est déterminé par l'écartement et l'épaisseur des lames d'acier A, A, et de manière à ce que l'enfourchement puisse glisser facilement le long de ces deux lames, lorsque par l'excédant d'extension que prend la lame de cuivre sur celles-ci, la traverse cylindrique *a*, qui supporte, comme nous l'avons dit, l'enfourchement, est soulevée. Les deux vis *l*, *l*, placées au bout supérieur des branches E, E, (*fig.* 4), les maintiennent dans leur position, sans cependant nuire au mouvement auquel l'enfourchement doit obéir.

*Effets de ce pendule.*

Si nous supposons cet instrument placé dans un lieu dont on élève subitement la température, les trois lames A, A, B, dont les deux premières sont d'acier et la troisième de laiton, se dilateront inégalement et dans le rapport que nous avons déjà indiqué, comme 121 à 74. La lame B, que nous pouvons appeler le compensateur, butée au haut par un obstacle invincible *y*, (*fig.* 5), et en bas par les deux leviers C, C, (*fig.* 3), exercera sa force expansive sur les points de contact de ces deux leviers et des écrous D, D, les abaissera d'une quantité égale à l'excédant d'extension que cette lame aura pris, et déterminera l'ascension du coussinet *b*, *b*, qui repose sur les extrémités *v*, *v*, des leviers.

Pour que, dans ce mouvement, la compen-

sation s'opère exactement, il faut que le coussinet *b*, *b*, et par conséquent la traverse cylindrique *a*, à laquelle est suspendu l'enfourchement de la lentille, remonte d'une quantité égale à la dilatation des lames d'acier du pendule, ce qu'on obtiendrait facilement en combinant les bras du levier, de manière à ce que *v*, *t*, ou le plus grand bras soit au plus petit comme l'espace que parcourt l'extrémité *v*, est à celui parcouru par le point du levier C, sur lequel porte l'écrou D; c'est-à-dire que *v*, *t*, soit à *t*, C, comme 121 est à 74, ou comme 60, 5 : 37, c'est-à-dire dans le rapport des dilatations des deux métaux. Cette considération est inutile, comme on va le voir, et rejetterait dans les difficultés que présente la théorie, et que l'auteur a voulu éviter. On fait les deux bras de levier égaux, et par quelques expériences à l'aide du pyromètre, les écrous D, D, fixent bientôt le point exact de la différence de ces leviers pour l'exacte compensation. Si l'on voulait s'en convaincre, après avoir fait les bras des leviers égaux en longueur, on diviserait les bras C, C, en 60 parties et demie égales, et l'on se convaincrait, après avoir trouvé la compensation exacte, que les écrous D, D, se fixeraient vers la 37$^{e}$ division.

Si les pièces métalliques se dilataient constamment d'une quantité proportionnelle à leurs dimensions, il serait possible d'assigner d'avance le degré d'extension que prendraient leurs surfaces, et de déterminer exactement, dans un cas comme celui-ci, par exemple, le

point des leviers où le moteur de la compensation devrait s'appliquer; mais comme nous l'avons fait observer, rarement deux pièces semblables et d'un même métal se dilatent d'une même quantité; il était donc nécessaire de se réserver dans le nouveau pendule un moyen de corriger la différence entre la dilatation vraie et la dilatation calculée.

Nous nous servons des expressions de dilatation vraie et de dilatation calculée, pour désigner la dilatation réelle que prend une pièce, et celle qu'elle devrait prendre d'après la règle générale qui détermine le degré de dilatation propre à chaque substance. Par exemple, une pièce de laiton, d'une certaine dimension, pourrait s'étendre de sept millimètres, tandis que, d'après les observations qui fixent sa dilatation, son extension ne devrait être que de six millimètres : sa dilatation vraie serait donc de sept millimètres, et sa dilatation calculée de six.

M. Zademach, à qui cette observation n'était point échappée, a choisi le moyen le plus simple et le plus naturel, en adoptant des écrous pour transmettre aux leviers la force expansive de la lame B; car, à l'aide de ces écrous, on peut, ainsi que nous l'avons fait remarquer, trouver facilement le point du petit bras de levier auquel le compensateur doit être appliqué pour produire, à l'extrémité opposée, un effet égal au degré de dilatation des lames d'acier : il suffit en effet de rapprocher les écrous des points *t*, *t*, ou des

points Z, Z, pour corriger l'irrégularité produite dans la marche du pendule par une fausse compensation.

*Nouveaux moyens de compensation.*

Dans le courant de l'année 1829, M. Henri Robert, élève de Bréguet, horloger-mécanicien au Palais-Royal, n° 164, galerie de Valois, présenta à la Société d'encouragement deux nouveaux moyens d'opérer la compensation dans les pendules des horloges. Nous allons les faire connaître successivement.

1° *Premier moyen.* M. Robert ayant remarqué que le platine se dilate très-peu, tandis que le zinc obtient une dilatation très-considérable, dans le rapport de 294 à 85, exécuta un pendule à demi-secondes avec ces deux métaux; voici sa construction :

« Il forma son pendule d'un tube de pla-
» tine de 352 millimètres (13 pouces) de lon-
» gueur, y compris la suspension, et d'une
» lentille de 150 millimètres (5 pouces et
» demi) de diamètre, terminé vers l'écrou
» porteur par une queue de 27 millimètres
» (1 pouce) du même métal et fondue d'un
» seul jet. »

Le rapport qui en fut fait par M. Héricart de Thury est consigné, avec figures, dans le tome XXVIII, p. 50, du Bulletin de la Société d'encouragement. Les conclusions de ce rapport sont toutes à l'avantage de cette découverte. « M. Robert, dit le savant rapporteur,
» a rigoureusement rempli les conditions qu'il

de ce pendule qu'on peut exécuter de toutes dimensions, et en faisant observer que dans la construction on doit faire la règle de bois aussi longue que le permet l'appareil; que la règle doit entrer librement dans la boîte prismatique sans en toucher les parois, et qu'elle n'y est exactement fixée que par l'épaisseur du laiton qui forme le contour des petites boîtes qui terminent la règle par ses deux extrémités. Ces deux boîtes doivent entrer juste dans les deux bouts de la boîte prismatique.

Ce pendule est très-simple; mais l'auteur a observé, comme nous et plusieurs habiles horlogers, que le calcul ne suffit pas pour déterminer les longueurs des divers métaux qui servent à établir la compensation, et qu'on ne peut l'obtenir exacte que par le tâtonnement; ce qu'il dit formellement dans les deux nouveaux moyens qu'il a proposés. Cet aveu, qui est l'expression de la plus exacte vérité, nous confirme dans l'idée que nous avons émise sur l'invention de M. Zademach, que nous avons décrite, pag. 262, et que nous regardons comme la plus simple et la plus parfaite que l'on connaisse pour les pendules, puisqu'elle donne la facilité d'obtenir par le tâtonnement l'exacte compensation, sans démonter le pendule pour raccourcir l'une des branches placée dans l'intérieur.

Nous approuvons parfaitement la règle de bois de sapin de M. Robert, enfermée dans une boîte prismatique de laiton, où elle se trouve à l'abri des influences hygrométriques

de l'atmosphère, et par conséquent ne peut recevoir aucune altération, car si le bois de sapin est inextensible par la température, il n'est pas à l'abri de l'influence de l'humidité. D'après des expériences exactes faites en 1827 par M. le vicomte de Barrès du Molard, officier supérieur au corps royal de l'artillerie, le sapin blanc s'alonge de un huit-cent-quatre-vingt-dixième de sa longueur primitive prise au zéro de l'hygromètre de Saussure et portée au centième, ce qui ne laisse pas d'être considérable.

Le mécanisme inférieur qui supporte la lentille, dans l'invention de M. Zademach, peut s'appliquer parfaitement à la construction de M. Robert, et l'on obtiendra ainsi un moyen facile pour compenser avec exactitude la dilatation dans le pendule. Le lecteur lira avec intérêt, dans le même tome XXVIII du Bulletin de la Société d'encouragement, p. 470, une dissertation sur la construction de nouvelles lames bi-métalliques pour les balanciers circulaires des machines destinées à la mesure du temps.

## CHAPITRE VIII.

### DU RÉGULATEUR, EN GÉNÉRAL, DES MACHINES DESTINÉES A MESURER LE TEMPS.

Le balancier circulaire est généralement employé comme régulateur dans les horloges portatives, ou dans celles qui sont sujettes à

être changées de place assez fréquemment. L'acier fut le métal qu'on employa d'abord à leur construction; mais ce métal fut ensuite rejeté, parce qu'on pensa qu'étant attirable par l'aimant, la régularité de la marche de l'horloge pouvait en être altérée. On y substitua le laiton et quelquefois l'or; mais le laiton fut généralement adopté.

Dans toutes les autres horloges fixes, on adopta le pendule pour régulateur. Ici le métal est en quelque sorte indifférent, et la régularité de la marche des horloges dépend en grande partie de la longueur exacte que l'on donne au régulateur.

Dans l'un et dans l'autre cas, les horlogers ont à suivre des règles invariables indiquées par la physique et développées par les savans horlogers qui ont écrit sur l'art important dont nous nous occupons. Nous diviserons ce Chapitre en deux paragraphes, dans lesquels nous nous proposons d'indiquer ce qu'il est indispensable de connaître.

### § Ier. — *Du régulateur dans les horloges portatives.*

Ferdinand Berthoud est le premier, et je crois le seul, qui se soit attaché à étudier avec fruit et à décrire avec clarté la solution des divers problèmes nécessaires à atteindre la perfection dans cette partie importante de l'horlogerie. Ce sera par conséquent ce savant artiste que nous allons prendre pour guide.

Les premières montres qui furent construi-

tes portaient des petits balanciers d'acier très-légers et sans ressort spiral; aussi marchaient-elles d'un mouvement très-irrégulier. Ce fut en 1675 que le célèbre Huyghens imagina le ressort spiral, qu'il appliqua au balancier, et lui fit produire ainsi des vibrations indépendantes de l'échappement; alors on augmenta le diamètre du balancier, et l'on s'aperçut que ses vibrations étaient d'autant plus promptes et moins étendues, que le ressort spiral était plus fort, et qu'au contraire elles étaient plus lentes et plus étendues, que le ressort spiral était plus faible. On conçut dès lors qu'il serait facile d'obtenir une grande justesse dans ces machines, en combinant entre eux les trois élémens qu'on avait sous la main, diamètre et poids du balancier, force du ressort spiral, afin d'obtenir la plus grande régularité.

Le principe était reconnu, mais l'application n'en était pas aisée, la science n'avait pas encore fait assez de progrès pour donner la solution d'un problême aussi important, et l'on fut long-temps à tâtonner avant d'arriver au but. Sully, Julien le Roy, les deux plus habiles horlogers de la fin et du commencement du dix-huitième siècle, avaient déjà ouvert la voie; mais il était réservé à l'infatigable et savant Berthoud de porter le flambeau de la science dans une partie essentielle de l'art qu'il exerçait avec tant de perfection. Dans les arts industriels, il ne suffit pas de posséder la science théorique au suprême de-

gré, il faut encore y réunir la pratique, c'est-à-dire, être artiste, pour pouvoir faire de justes applications de la science. Nous avons tous les jours des preuves irrécusables de cette vérité. Berthoud joignait la pratique à la théorie, il n'est donc pas étonnant qu'il ait jeté le plus grand jour sur des questions qui jusqu'à lui avaient été irrésolues.

En comparant l'effet du pendule, dont nous parlerons plus bas, avec le balancier animé par le ressort spiral, il fit ce raisonnement bien simple : « Si l'on fait, dit-il, un balan-» cier auquel une impulsion donnée procure » des oscillations isochrones, et conserve son » mouvement pendant un fort long temps, » on est censé avoir réduit les frottemens et » les résistances de l'air à la moindre quan-» tité possible, de sorte que ce balancier sera » le meilleur régulateur applicable à une » montre : nous allons examiner comment » on peut parvenir à cela. »

Notre cadre ne nous permet pas d'entrer dans tous les détails préparatoires dont il fait précéder la solution de la question principale qui nous occupe. Nous ne pourrions que copier tout ce qu'il avance; il sera bien plus utile au lecteur intéressé à connaître ces utiles détails, de les lire dans les chapitres XXVII, XXVIII, XXX, XXXI et XXXII de l'*Essai sur l'horlogerie* par notre auteur.

Pour arriver de suite à notre but, nous poserons, avec Berthoud, quelques principes sur les forces de mouvement des balanciers.

« On démontre que les forces que les corps en mouvement emploient à vaincre des obstacles, sont en raison composée de leurs masses, et du carré de leurs vitesses.

» Or comme la force produite dans un corps est égale à l'action qui la cause, il suit de là que la force qui a été employée à procurer un mouvement à un corps est comme le produit de la masse de ce corps par le carré de la vitesse qu'il a acquise. Si nous comparons entre eux deux corps de différentes dimensions, et que nous désignions par des lettres majuscules les parties du grand corps que nous prenons pour exemple, et par des lettres italiques les parties correspondantes du petit corps; nous indiquerons par A le premier corps ou le premier balancier, par M, sa masse, par V, sa vitesse, par F, sa force; et de même nous désignerons par *a*, le second corps ou le second balancier, par *m*, sa masse, par *v*, sa vitesse, par *f*, sa force; on aura cette proportion : $f : F :: v^2 m : V^2 M$; mais comme dans toute proportion géométrique le produit des extrêmes est égal au produit des moyens, on aura cette équation $f V^2 M = F v^2 m$, qui est générale pour tous les cas qui vont se présenter.

» 1° Si les deux forces sont égales, c'est-à-dire si l'on suppose que $f = F$, on peut les supprimer dans les deux membres de l'équation précédente; car c'est alors diviser les deux membres par le même nombre, ce qui ne change pas les quotiens. Ainsi, on aura

$V^2 M = v^2 m$ : ce qui signifie que lorsque les forces de deux balanciers sont égales, les masses multipliées par les carrés de leurs vitesses sont égales. De cette dernière équation on peut en tirer une proportion géométrique, en considérant le premier membre comme le produit des extrêmes, et le second membre comme le produit des moyens; on aura donc $V^2 : v^2 :: m : M$; c'est-à-dire que lorsque les forces de deux balanciers en mouvement sont égales, les masses sont en raison inverse du carré des vitesses; ou si les masses sont en raison inverse du carré des vitesses, les forces des balanciers sont égales. En effet, par exemple, si la vitesse de $A = 1$, et celle de $a = 2$, le carré de la vitesse de $A = 1$, et le carré de la vitesse de $a = 4$ : si la masse du balancier $A = 4$, et celle de $a = 1$, en mettant ces nombres à la place des lettres de la dernière équation $V^2 M = v^2 m$, qui exprime la valeur des forces de chacun des deux balanciers, on aura $1 \times 4 = 4 \times 1$; par-conséquent les deux forces sont égales, puisque $4 = 4$. Ce qui prouve évidemment ce que nous avions avancé.

» 2° Si les masses des deux balanciers sont égales, c'est-à-dire s'ils ont le même poids et qu'on ait $m = M$, l'équation fondamentale $f V^2 M = F v^2 m$, devient $f V^2 = F v^2$, en divisant les deux membres par des quantités égales $m = M$, d'où l'on tire cette proportion $f : F :: v^2 : V^2$; ce qui signifie que si deux balanciers ont des masses égales et sont

mus avec des vitesses inégales, leurs forces sont entre elles comme les carrés de leurs vitesses. Substituons encore une fois les nombres aux lettres dans la proportion précédente, pour l'intelligence de ceux qui ne sont pas familiarisés avec cette forme de calcul. Supposons que la vitesse du balancier A, exprimée par $V = 1$, son carré ou $V^2 = 1$; que la vitesse du balancier $a$, exprimée par $v = 4$, son carré, ou $v^2 = 16$; la proportion précédente se transformera en celle-ci; $f$: F :: 16 : 1, ce qui signifie que la force requise pour entretenir le mouvement du balancier $a$, est à celle requise pour entretenir le mouvement du balancier A, comme 16 est à 1, c'est-à-dire que ces forces sont entre elles comme les carrés de leurs vitesses.

» 3° Si les vitesses des deux balanciers sont égales, c'est-à-dire si $v = V$; la proportion primitive deviendra $f$: F :: $m$ : M, et par conséquent les forces seront entre elles comme les masses; par conséquent les actions requises pour entretenir les mouvemens, seront aussi comme les masses ou comme les poids des balanciers.

» 4° En général, si les vitesses et les masses des deux balanciers sont inégales, leurs forces seront entre elles comme le rapport composé du produit des masses par les carrés des vitesses, ce qui est exprimé par la proportion primitive et fondamentale $f$: F :: $v^2 \times m$ : $V^2 \times$ M.

» C'est de ces principes, posés par Ber-

thoud, dont il va se servir pour résoudre tous les problèmes relatifs au balancier, et déterminer leurs pesanteurs, leurs diamètres, selon le nombre des vibrations, la force requise pour leur faire parcourir des arcs quelconques, etc.

» Connaissant la masse d'un balancier, sa vitesse, la force qui le met en mouvement, dans une montre parfaitement construite, long-temps éprouvée, et qui servira de terme de comparaison, on en déduira facilement toutes les conditions requises pour le balancier d'une autre montre, lorsqu'il doit avoir une masse différente, plus ou moins de vitesse, plus ou moins de force pour se mouvoir, etc.

» Pour comparer les vitesses de deux balanciers, il faut multiplier le nombre de vibrations pendant un temps donné par le diamètre de chaque balancier; les produits exprimeront les vitesses, en supposant qu'ils décrivent des arcs semblables; mais si cela n'est pas, il faudra faire pour chaque balancier un produit de ces trois choses : 1° du nombre de vibrations dans le même temps; 2° du diamètre ou du rayon du balancier; 3° de l'arc parcouru par le balancier. Des exemples en montreront l'application. »

Berthoud fait observer que les calculs dont il va s'occuper ne sont relatifs qu'aux échappemens à cylindre, nous ajouterons qu'ils sont relatifs à tous les échappemens à repos ou à vibrations libres, et en général à tous les

échappemens qui ne peuvent pas marcher sans ressort spiral. Quant aux montres à roue de rencontre, ces calculs sont inutiles : tous les ouvriers savent qu'il est facile de proportionner le poids du balancier à la force motrice, quels que soient son diamètre, les arcs qu'il parcourt, etc. Il suffit de faire marcher la montre sans spiral, de manière que l'aiguille des minutes parcoure chaque heure de 25 à 27 minutes ou qu'elle retarde, par heure, de 33 à 35 minutes. Cependant Berthoud fait observer que cette quantité de retard doit varier : 1° selon les frottemens des pivots; 2° selon la grandeur des balanciers; qu'ainsi on ne peut pas fixer exactement ce retard, qui doit varier pour chaque montre; en sorte que dans ces pièces, auxquelles on voudra porter tous ses soins, il sera utile de déterminer par le même calcul, qu'il va indiquer, la pesanteur du balancier, d'après la connaissance que l'on a de la force du ressort moteur.

« Pour parvenir exactement, dit Berthoud, à proportionner le poids des balanciers des montres qui ne marchent pas sans spiral, à la force motrice, j'ai commencé par construire un instrument, au moyen duquel je puis déterminer avec la plus grande précision la force que le grand ressort communique au rouage. En plaçant cet instrument sur le carré de la fusée, de la même manière qu'un levier à égaliser les fusées, on estimera la force du ressort par le degré de la branche où le poids

s'arrête pour faire équilibre avec le ressort : c'est en comparant la force du moteur avec celui d'une montre donnée que nous déterminerons le poids des balanciers, etc. » On trouvera la description de cet instrument dans le Chapitre des outils qui terminera cet ouvrage.

« Pour trouver les dimensions d'une montre que l'on veut composer, il faut se servir, pour terme de comparaison, d'une bonne montre disposée le plus avantageusement possible, et qui soit tellement exécutée, que les frottemens soient réduits à la moindre quantité; en sorte que la force motrice ait la relation requise avec le régulateur, pour que la montre aille le plus juste qu'il est possible. Cela étant, on mesurera le diamètre du balancier, son poids; on comptera le nombre de vibrations qu'il fait par heure, l'étendue de ses vibrations; on mesurera la force du grand ressort au moyen de l'instrument dont nous venons de parler, et enfin on comptera le temps que met la fusée, ou l'arbre de barillet lorsqu'il n'y a pas de fusée, à faire une révolution.

» J'ai préféré de partir d'après une montre faite exprès et exécutée avec tous les soins et les perfections dont je suis capable, pour déterminer les dimensions d'une autre différemment composée, par deux raisons, ajoute Berthoud: 1° c'est que le calcul en devient plus facile et plus à la portée des ouvriers; 2° c'est que les dimensions en sont plus exac-

tes qu'on ne pourrait les trouver par le seul calcul; car on ne connaît pas assez les effets des frottemens, pour que la force motrice d'une montre étant donnée, ainsi que le diamètre du balancier, on puisse déterminer exactement son poids, ainsi que les arcs qu'il doit parcourir; au lieu qu'en comparant avec une montre déjà faite, toutes ces données y entrent, et les dimensions que l'on trouve pour la chose cherchée sont plus précises.

*Problême* 1^er^.

« Les dimensions d'une montre de comparaison A, étant données, trouver quelle doit être la pesanteur ou la masse d'un balancier d'une autre montre *a*, de laquelle on connaît le diamètre du balancier, et le nombre de vibrations. »

Le calcul décimal étant plus facile à exécuter que celui qui présente des fractions absolues, nous avons transformé les données de Berthoud en fractions décimales.

« Dans la solution du problême dont nous nous occupons, on suppose que dans la montre *a*, l'étendue des arcs et la force motrice sont de même grandeur que ceux de la montre de comparaison A, et l'on demande qu'il y ait même rapport de la force motrice de la montre *a*, avec son régulateur, qu'il y a entre la force motrice de la montre A, avec son régulateur. »

Voici les dimensions de la montre de comparaison A, qui est à cylindre comme celle

qu'on veut exécuter. Nous avons placé en regard, sur la même ligne, toutes les données de la montre *a*. Nous avons mis devant chaque article les lettres qui correspondent à la formule générale pour la facilité de l'opération.

*Montre de comparaison* A.

M. Poids ou masse du balancier . . . . . grains. 6,25
V. Diamètre du balancier . . . . . lig. 8,50
V. Vibrations par seconde . . . . . 5
Etendue des arcs de vibration . . . . . degrés 240
Fusée en 5 heures . . . . . tour 1
F. Ressort moteur fait équilibre à 4 pouces du centre de la fusée à . . . . . gros 5,75

*Montre à exécuter a.*

*m.* Poids ou masse du balancier . . . . . grains *x*
*v.* Diamètre du balancier . . . . . lig. 10,25
*v.* Vibrations par seconde . . . . . 2
Etendue des arcs de vibration . . . . . degrés 240
Fusée en 5 heures . . . . . tour 1
*f.* Ressort moteur fait équilibre à 4 pouces du centre de la fusée à . . . . . gros 5,75

Puisque les forces des ressorts sont supposées égales, nous avons à résoudre la seconde proportion $V^2 : v^2 :: m : M$; mais *m* étant l'inconnue que nous cherchons, cette pro-

portion devient $V^2 : v^2 :: x : M$, qui nous donne l'équation à résoudre $x = \frac{V^2 \times M}{v^2}$.

Pour avoir en chiffres la vitesse du balancier A, il faut multiplier 8,5o qui exprime le diamètre du balancier par 5 vibrations qu'il fait par seconde, ce qui donne 42,5o. Multipliant ce nombre par lui-même afin de l'élever au carré, on aura 1806,25 pour la valeur de $V^2$.

De même pour avoir la valeur de $v^2$, il faut multiplier 10,25 par 2 vibrations par seconde, ce qui donne 20,5o, dont le carré est de 420,5o $= v^2$. En substituant aux lettres, dans l'équation précédente, les nombres que nous venons de trouver, cette équation deviendra $x = \frac{1806,25 \times 6,25}{420,5o}$, équation qu'il suffit de résoudre par les simples règles de l'arithmétique en multipliant 1806,25 par 6,25, et divisant le produit par 420,5o. Le quotient donnera en grains le poids du balancier.

*Problème 2e.*

Si les forces des ressorts n'étaient point égales, alors il faudrait faire entrer cette donnée dans le calcul, et l'on aurait à exécuter l'équation fondamentale ou la proportion qui nous l'a fournie $f : F :: v^2 m : V^2 M$, dans laquelle on voit que les forces que nous avons négligées, puisque nous les avions supposées égales, deviennent ici un des élémens du

calcul, qui s'exécute de la même manière que nous l'avons indiqué pour la solution du premier problême.

*Problême 3e.*

Dans les deux problêmes précédens nous avons supposé que les deux fusées ou les arbres de barillet, lorsqu'il n'y a pas de fusée, font chacune un tour en cinq heures; mais si la montre à construire devait faire plus ou moins de tours que la montre de comparaison, il faudrait alors, afin de pouvoir comparer les forces motrices entre elles, les réduire à une même unité, c'est-à-dire à la force qui serait nécessaire pour faire marcher la fusée qui va le plus lentement. Ainsi, supposons que la montre *a*, fût une montre à huit jours, dont la fusée fît son tour en 40 heures, la montre A, l'achevant en 5 heures, on ferait cette proportion : 5 heures exigent 5 gros 75 de force, combien 40 heures exigeront-elles de force, et par conséquent 5 : 5,75 :: 40 : *x*. En exécutant on trouvera que le ressort de la montre *a*, doit avoir une force de 46 gros placés à 4 pouces du centre de la fusée, et ce nouvel élément serait ajouté à la proportion, qui ne présenterait plus aucune difficulté.

*Observation générale.*

Ceux des lecteurs qui ont l'habitude du calcul s'apercevront qu'il est facile de se servir de la proportion générale ou de chacune des proportions que l'auteur en a déduites

pour trouver l'un des élémens inconnus, les autres ayant été donnés. En voici un exemple. Supposons les mêmes données que nous avons fournies en y comprenant la valeur de $m$, que nous avons trouvée par le calcul, et qu'on voulût savoir quel est le diamètre qu'on doit donner au balancier de la montre $a$.

Nous nous servirons de la seconde proportion $V^2 : v^2 :: m : M$. Notre inconnue se trouve dans le terme $v^2$, puisque c'est le diamètre du balancier, engagé par voie de multiplication, avec le nombre qui exprime les vibrations qu'il fait par seconde, et ensuite le produit élevé au carré : il faut donc faire l'inverse de ce qu'on a fait pour trouver la valeur de $v^2$. L'on aura donc cette équation $v^2$ ou $x^2 = \frac{1806,25 \times 6,25}{18,20}$. En exécutant on trouve $x^2 = 620,28$; mais ce nombre est le carré de $x$; il faut donc en extraire la racine carrée, que l'on trouve être 24,90. Ce dernier nombre est le produit d'une multiplication dont l'un des facteurs est le diamètre du balancier qu'on cherche, et l'autre facteur est 2 par seconde. En divisant 24,90 par 2, on a 12,45 pour le diamètre du balancier cherché, qui diffère un peu de 10,33 que Berthoud avait supposé.

Notre savant auteur s'aperçut après coup de cette différence, et il exécuta avec encore plus de soin une montre de comparaison A, dont il donna les élémens, qu'il suffira de faire connaître, et qui ne changent rien ni aux prin-

cipes, ni à la forme des calculs déjà donnés. Voici ces élémens.

*Montre de comparaison* A.

| | | |
|---|---|---|
| M. | Poids ou masse du balancier.....grains. | 19,75 |
| A. | Diamètre du balancier.....lig. | 10,50 |
| | Vibration par seconde..... | 2 |
| | Etendue des arcs de vibration..... degrés | 240 |
| | Fusée en 4 heures $\frac{1}{2}$ fait.....tour | 1 |
| F. | Ressort moteur, fait équilibre à 4 pouces du centre de la fusée à..... gros | 3 |

En substituant ces données aux calculs précédens, on trouvera les résultats beaucoup plus justes d'après les expériences multipliées de Berthoud.

Les horlogers ont généralement adopté pour le diamètre du balancier, la même dimension du diamètre du barillet. Il paraît que c'est d'après Bréguet qu'ils se sont décidés, et c'est à peu près ce qu'avait adopté Berthoud d'après le calcul.

§ II. — *Du pendule, ou régulateur des horloges fixes.*

Sans nous arrêter ici à la partie théorique du *pendule simple*, nous nous bornerons à en donner la définition. On désigne sous le nom de *pendule simple* un corps lourd, qu'on suppose sphérique, dont la pesanteur est réunie à son centre de gravité, par conséquent, dans

notre supposition, à son centre de figure; ce corps suspendu à un fil supposé sans pesanteur, peut se mouvoir en décrivant des arcs de cercle, dans un plan vertical qui passe par le point de suspension.

Ce fut Galilée qui conçut le premier l'ingénieuse idée de mesurer le temps par les oscillations du pendule; mais c'est à Huyghens qu'on doit l'admirable application du pendule aux horloges afin d'obtenir la régularité de ces mouvemens. Il imagina les moyens de le faire servir de modérateur aux rouages des machines à mesurer le temps; voici succinctement le précis des lois du pendule :

« On démontre 1° que des pendules qui décrivent des arcs quelconques, achèvent leurs vibrations dans des temps qui sont entre eux comme les racines carrées des longueurs des pendules;

» 2° Que les longueurs des pendules sont entre elles comme les carrés des temps des vibrations dans chacun. Or, plus un pendule est long, plus il reste de temps à faire ses vibrations; en sorte que si les longueurs de deux pendules sont entre elles comme 4 et 1, les temps des vibrations seront entre eux comme 2, racine carrée de 4, et 1, racine carrée de 1, de ces longueurs. Il suit de là que, tandis que le pendule 4 fera une vibration, le pendule 1 en fera deux. Il suit encore de là que, si ces pendules battent pendant le même temps, les nombres des vibrations seront entre eux comme 1 est à 2, c'est-à-dire

réciproquement comme les racines carrées des longueurs. »

D'après ces principes, pour la commodité des artistes et afin de leur éviter des calculs que la plupart d'entre eux auraient été incapables de faire, on a cherché à former des tables qui leur indiquent soit la longueur que doit avoir un pendule pour battre dans une heure le nombre de vibrations déterminées par la composition du rouage, soit réciproquement pour connaître le nombre de vibrations que doit faire battre le rouage, d'après la longueur donnée du pendule.

Pour arriver à la formation de ces tables, il fallait d'abord fixer la longueur du pendule qui bat les secondes, c'est-à-dire qui fait 3,600 vibrations par heure. Le célèbre Huyghens l'avait fixée à 3 pieds 8 lignes 50 centièmes de ligne du pied de roi. Les académiciens de Mairan et Bouguer, par des expériences exactes et souvent répétées, trouvèrent que la longueur du pendule simple qui bat les secondes à Paris, doit être de 3 pieds 8 lignes 57 centièmes de ligne du pied de roi, c'est-à-dire de 7 centièmes de ligne plus long que la détermination de Huyghens, différence importante quoique très-petite.

Lors de l'établissement du système métrique en France, la commission des savans géomètres qui fut chargée de ce travail, voulut vérifier les calculs précédens par lesquels on avait déterminé la longueur du pendule

simple battant les secondes à Paris, et s'aperçut qu'il s'était glissé une erreur dans cette appréciation. La justesse des instrumens, et les perfections qui s'étaient introduites dans les calculs depuis le travail des académiciens, en 1735, leur donna la facilité de rectifier ces opérations, et ils fixèrent la longueur du pendule simple, pour qu'il batte les secondes à Paris, à 3 pieds 8 lignes 559 millièmes de ligne, ce qui présente une différence de 59 millièmes en plus sur Huyghens, et de 11 millièmes de ligne en moins sur les académiciens; différence très-minime, mais importante pour la science.

Il est bon de rappeler ici que la longueur du pendule qui bat les secondes n'est pas la même, 1° pour tous les pays; il est plus long sous le pôle, et plus court sous l'équateur. C'est à M. Richer que l'on doit cette observation. C'est à la force centrifuge qui anime le globe terrestre dans sa rotation diurne, qu'est due cette variation pour chaque degré de latitude. 2° Pour tous les lieux qui s'élèvent au-dessus du niveau des mers; car la pesanteur décroît dans tous les lieux qui s'éloignent du centre du globe, où s'exerce l'attraction. Nous sortirions de notre cadre si nous cherchions à donner ici les raisons théoriques de ces vérités; elles ont été très-bien développées au mot *Pendule* du Dictionnaire technologique, tome XVI, par M. Francœur. Nous engageons le lecteur désireux d'approfondir cette matière, à lire cet excellent article.

La table qui va suivre a été donnée par M. Francœur dans le même volume du Dictionnaire technologique, page 56. Nous la transcrivons de préférence à toutes les autres, parce qu'elle porte les dernières rectifications, et que nous sommes assuré de l'exactitude des calculs de ce savant mathématicien.

*Table de la longueur d'un pendule faisant un nombre donné d'oscillations par heure moyenne, dans le vide, et suivant un arc infiniment petit.*

| NOMBRE D'OSCILLATIONS. | LONGUEUR DU PENDULE. | |
|---|---|---|
| | EN LIGNES. | EN MILLIMÈTRES. |
| | lig. | millim. |
| 3600..... | ....440.559.... | ....999.827 |
| 3700..... | ....417.07 .... | ....940.83 |
| 3800..... | ....395.41 .... | ....891.96 |
| 3900..... | ....375.39 .... | ....846.81 |
| 4000..... | ....356.85 .... | ....805.00 |
| 4100..... | ....339.66 .... | ....766.30 |
| 4200..... | ....323.68 .... | ....730.16 |
| 4300..... | ....308.80 .... | ....696.59 |
| 4400..... | ....294.92 .... | ....665.29 |
| 4500..... | ....281.96 .... | ....636.05 |
| 4600..... | ....269.83 .... | ....608.70 |
| 4700..... | ....258.47 .... | ....583.07 |
| 4800..... | ....247.82 .... | ....559.03 |
| 4900..... | ....237.80 .... | ....536.44 |
| 5000..... | ....228.39 .... | ....515.20 |

| NOMBRE D'OSCILLATIONS. | LONGUEUR DU PENDULE. EN LIGNES. | EN MILLIMÈTRES. |
|---|---|---|
| | lig. | mil. |
| 5100..... | ....219.52..... | ....491.19 |
| 5200..... | ....211.15..... | ....476.33 |
| 5300..... | ....203.26..... | ....458.53 |
| 5400..... | ....195.80..... | ....441.70 |
| 5500..... | ....188.75..... | ....425.79 |
| 5600..... | ....182.07..... | ....410.71 |
| 5700..... | ....175.74..... | ....396.43 |
| 5800..... | ....169.73..... | ....382.00 |
| 5900..... | ....164.02..... | ....370.01 |
| 6000..... | ....158.60..... | ....357.78 |
| 6100..... | ....153.44..... | ....346.14 |
| 6200..... | ....148.53..... | ....335.07 |
| 6300..... | ....143.86..... | ....324.51 |
| 6400..... | ....139.40..... | ....314.45 |
| 6500..... | ....135.14..... | ....304.85 |
| 6600..... | ....131.08..... | ....295.68 |
| 6700..... | ....127.19..... | ....286.92 |
| 6800..... | ....123.48..... | ....278.55 |
| 6900..... | ....119.93..... | ....270.53 |
| 7000..... | ....116.52..... | ....262.80 |
| 7100..... | ....113.26..... | ....255.50 |
| 7200..... | ....110.14..... | ....248.46 |
| 7300..... | ....107.14..... | ....241.70 |
| 7400..... | ....104.27..... | ....235.21 |
| 7500..... | ....101.51..... | ....228.98 |
| 7600..... | .... 98.85..... | ....222.99 |
| 7700..... | .... 96.30..... | ....217.24 |
| 7800..... | .... 93.85..... | ....211.70 |
| 7900..... | .... 91.49..... | ....206.38 |

| NOMBRE D'OSCILLATIONS. | LONGUEUR DU PENDULE. | |
|---|---|---|
| | EN LIGNES. | EN MILLIMÈTRES. |
| | lig. | mil. |
| 8000..... | 89.21..... | 201.25 |
| 8100..... | 87.02..... | 196.31 |
| 8200..... | 84.92..... | 191.55 |
| 8300..... | 82.88..... | 186.96 |
| 8400..... | 80.91..... | 182.54 |
| 8500..... | 79.03..... | 178.27 |
| 8600..... | 77.20..... | 174.14 |
| 8700..... | 75.42..... | 170.17 |
| 8800..... | 73.73..... | 166.32 |
| 8900..... | 72.08..... | 162.61 |
| 9000..... | 70.49..... | 159.01 |
| 9100..... | 68.95..... | 155.54 |
| 9200..... | 67.46..... | 152.17 |
| 9300..... | 66.02..... | 148.92 |
| 9400..... | 64.62..... | 145.77 |
| 9500..... | 63.26..... | 142.71 |
| 9600..... | 61.95..... | 139.76 |
| 9700..... | 60.68..... | 136.89 |
| 9800..... | 59.45..... | 134.11 |
| 9900..... | 58.26..... | 131.42 |
| 10000..... | 57.10..... | 128.80 |
| 10100..... | 55.97..... | 126.26 |
| 10200..... | 54.88..... | 123.80 |
| 10300..... | 53.82..... | 121.41 |
| 10400..... | 52.79..... | 119.08 |
| 10500..... | 51.79..... | 116.83 |
| 10600..... | 50.82..... | 114.63 |
| 10700..... | 49.97..... | 112.50 |
| 10800..... | 48.95..... | 110.43 |

| NOMBRE D'OSCILLATIONS. | LONGUEUR DU PENDULE. EN LIGNES. | EN MILLIMÈTRES. |
|---|---|---|
| | lig. | mil. |
| 10900.... | .... 48.06..... | ....108.41 |
| 11000.... | .... 47.19..... | ....106.45 |
| 11100.... | .... 46.34..... | ....104.54 |
| 11200.... | .... 45.52..... | ....102.68 |
| 11300.... | .... 42.74..... | ....100.87 |
| 11400.... | .... 43.93..... | .... 99.11 |
| 11500.... | .... 43.17..... | .... 97.39 |
| 11600.... | .... 42.43..... | .... 95.72 |
| 11700.... | .... 41.71..... | .... 94.09 |
| 11800.... | .... 41.01..... | .... 92.50 |
| 11900.... | .... 40.32..... | .... 90.95 |
| 12000.... | .... 39.65..... | .... 89.44 |

Nous ferons remarquer, avec l'auteur de cette table, qu'il ne faut pas oublier : 1° qu'elle a été dressée dans la supposition que les oscillations sont infiniment petites, et qu'elles se font dans le vide; que les observations ont été faites à Paris; 2° qu'en changeant de latitude ces longueurs varient. Nous ajouterons à ce qui vient d'être dit que les observations ont été faites avec un pendule simple, c'est-à-dire dont le centre d'oscillation était censé au centre de figure de la lentille, et que pour un pendule applicable aux horloges, et dans celui qui a servi aux savans chargés d'établir le système métrique, ces perfections supposées n'exis-

taient pas, de sorte qu'il existe une petite différence entre le premier article de cette table et la longueur du pendule à secondes que nous avons donnée page 189. Ces différences sont peu de chose, et se corrigent par l'écrou qui supporte la lentille, et que l'on élève ou que l'on abaisse lorsqu'on règle l'horloge au plus près.

Lorsqu'il arrive que l'on a un rouage construit, et qu'il faut exécuter le pendule, voici comment on doit opérer. Si, après avoir calculé, d'après les règles que nous donnerons plus bas, Chapitre X, le nombre de vibrations que doit battre le pendule pendant une heure, ce nombre ne se trouve pas dans la table, mais tombe entre deux nombres qu'elle donne, M. Francœur indique le moyen de trouver la longueur exacte du pendule, par l'exemple suivant. Il suppose que le pendule doit faire 6840 oscillations; ce nombre étant entre 6800 et 6900 donnés par la table, on établit cette proportion : Si 100, différence entre 6800 et 6900, donne 3 lig. 55 de différence de longueurs des pendules, combien 40 donne-t-il? On trouve 1.42, qu'il faut ajouter à 123 lig. 48, et qui donne 124 lig. 90. On voit que c'est une quantité dont on peut à la rigueur ne pas s'occuper, puisqu'elle s'obtient par l'écrou, en réglant l'horloge.

Nous ne terminerons pas ce Chapitre sans décrire un moyen ingénieux que M. Ferdinand Berthoud a imaginé pour parvenir à régler au plus près la longueur d'un pendule

par la marche de l'horloge lorsqu'un petit mouvement de l'écrou qui supporte la lentille ou le pendule fait trop ou trop peu. Il fixe par deux vis au bas de la lentille une pièce de laiton *fig.* 6, Pl. V, dont la partie supérieure A, embrasse l'épaisseur de la lentille; la tige L, est cylindrique, et est percée de part en part d'un trou cylindrique dans lequel passe librement et sans jeu le bout du pendule tourné cylindriquement et terminé par une vis sur laquelle se meuvent l'écrou M, et le contre-écrou N. Un plateau cylindrique en laiton O, glisse librement et sans jeu sur le cylindre L, et se fixe au point convenable par la vis de pression P. On conçoit qu'en élevant ou en abaissant cette rondelle cylindrique, on change imperceptiblement le centre d'oscillation du pendule, et l'on se dirige sur les divisions marquées sur ce cylindre pour régler au plus près. On ne fait usage de l'écrou M, que lorsqu'on est parvenu à une des extrémités du cylindre sans avoir obtenu la régularité par ce moyen.

## CHAPITRE IX.

### DE L'ÉQUATION DU TEMPS, INDIQUÉ DANS LES HORLOGES.

Avant d'expliquer ce qu'on entend par *équation du temps*, il faut se faire une idée exacte de ce qu'on désigne sous le nom de *temps vrai* et de *temps moyen*. L'on appelle *temps vrai*, celui qui est indiqué par un ca-

dran solaire régulièrement tracé, et *temps moyen* celui qui est marqué par les aiguilles d'une horloge bien construite, et parfaitement réglée. Si ces deux temps étaient égaux, le midi marqué par le style du cadran solaire, coïnciderait, tous les jours, avec le midi marqué par les aiguilles de l'horloge; mais, par des causes, étrangères à notre but dans cet ouvrage, il n'en est pas ainsi, car le temps vrai et le temps moyen ne sont d'accord que quatre jours de l'année, savoir: le 15 avril, le 15 juin, le 1er septembre et le 24 décembre. A tout autre jour de l'année il en est autrement, et dans ces intervalles le soleil est tantôt en avance, tantôt en retard, et les différences d'un jour à l'autre ne sont pas même égales. Le lecteur qui désirera en connaître les causes et en apprécier les variations, peut consulter avec fruit l'*Uranographie* de M. Francœur.

Cependant, malgré ces variations, la connaissance du *temps vrai* est nécessaire pour connaître le *temps moyen* afin de pouvoir régler parfaitement les horloges. Flamsteed avait déjà calculé des tables qui donnaient jour par jour la différence du *temps moyen* au *temps vrai*, et les artistes intelligens ne furent pas long-temps à inventer le moyen de faire marquer par une horloge du temps moyen ou égal, le temps vrai ou irrégulier. La première de ces machines que l'on connaisse, fut envoyée de Londres à Charles II, roi d'Espagne, vers la fin du dix-septième siè-

cle. Sully paraît être le premier qui appliqua ce mouvement de l'équation à une montre de poche.

Depuis cette époque on a imaginé mille constructions différentes pour marquer l'équation du temps, les unes plus ingénieuses que les autres, toutes ayant le même but, et présentant plus ou moins de facilité pour les observations. Il n'entre pas dans notre plan de décrire la construction ni des horloges ni des montres à équation, dont on peut voir la description dans les *Traités d'horlogerie* du père Alexandre, de Thiout, de Lepaute, de l'*Encyclopédie méthodique*, l'*Essai sur l'horlogerie et la mesure du temps par les horloges*, par Ferdinand Berthoud. Ces divers ouvrages annoncent la sagacité et le génie des artistes qui les ont exécutés, mais, selon nous, ne sont d'aucune utilité réelle, puisque ces machines, quelque bien exécutées qu'elles soient, ne peuvent donner l'équation du temps que conformément à la table d'équation qui a servi à tailler la courbe, et que, l'année d'après, elles ne présentent plus cette rigoureuse exactitude que l'on a droit d'exiger, dans le siècle où nous vivons, des machines propres à mesurer le temps.

Pour se convaincre de cette vérité, il n'y a qu'à comparer pendant plusieurs années les tables d'équation données par le livre *de la Connaissance des temps*, ou simplement celles qui sont données par l'*Annuaire des longitudes*; on y verra que d'une année à l'autre, pour

chaque jour correspondant, on trouve une différence de quelques secondes en plus ou en moins. C'est par conséquent se donner une peine infinie, ou payer très-cher une machine compliquée qui ne vous donne que des approximations.

L'équation n'est utile que pour régler, à l'aide d'une bonne méridienne, une pendule du temps moyen, en comparant sa marche avec une table d'équation exacte : or cette table est donnée par l'*Annuaire des longitudes*, dont l'exactitude est notoire. Voici comment nous suppléons au mécanisme compliqué des machines à équation sans aucune courbe et sans aucun rouage. Cependant la montre ou l'horloge à laquelle notre système est appliqué, présente à l'extérieur toute l'apparence d'une horloge à équation.

Nous faisons deux aiguilles de minutes qui diffèrent entre elles par le métal ou par la couleur qu'on donne à l'une d'elles; celle qui est destinée à indiquer le temps vrai a la forme d'une lance, et à son extrémité opposée à la pointe par laquelle elle marque les minutes sur le même cadran que l'aiguille des minutes du temps moyen, elle porte la figure d'un soleil qui fait équilibre à l'autre branche, et sert à la faire reconnaître. On accouple ces deux aiguilles ensemble de la manière suivante : on rive d'abord l'aiguille des minutes du temps moyen sur un canon qui déborde par-dessous, et qu'on tourne bien rond, en y laissant une légère portée, afin

que les deux aiguilles ne frottent pas l'une sur l'autre. On ajuste l'autre aiguille sur ce canon librement et sans jeu. On fixe les deux aiguilles l'une contre l'autre par une clavette à ressort, qui permette à l'aiguille du temps vrai de tourner sans entraîner celle du temps moyen. Celle-ci, qui est portée par la chaussée, éprouve sur la tige de grande roue moyenne un frottement suffisant pour qu'elle soit toujours entraînée par le rouage, et plus considérable cependant que celui qui lui est nécessaire pour entraîner l'aiguille du temps vrai. Il résulte de cette construction bien exécutée que lorsqu'on fait tourner à la main l'aiguille du temps moyen, elle entraîne avec elle celle du temps vrai, et qu'on peut conduire également à la main l'aiguille du temps vrai, sans qu'elle entraîne celle du temps moyen. C'est là ce qui est important, et qui constitue tout ce système. Voici l'usage qu'on en fait.

Toutes les fois qu'on veut examiner si le régulateur dont on se sert est bien réglé, on place à la main, quelques minutes avant midi, l'aiguille du temps vrai en avance ou en retard, selon que l'indique la table d'équation de l'*Annuaire des longitudes*, sur l'aiguille du temps moyen : l'on attend le moment où la méridienne marque midi. A cet instant, on regarde le régulateur. Si l'aiguille du temps vrai est exactement sur 60 minutes, on en conclut que cette horloge est bien réglée ; si, au contraire, l'aiguille du temps vrai dépasse les 60 minutes, ou n'y est pas exac-

tement arrivée, l'horloge a avancé ou retardé, et l'on corrige cet écart par le raccourcissement ou l'alongement du pendule, bien entendu que, pour être certain de sa régularité, ce pendule doit être construit de manière à compenser les effets de la température, ainsi que nous l'avons indiqué dans le Chapitre VII, page 159 à 167.

Le même système d'équation sans courbe s'applique avec facilité aux montres ou horloges de poche ; mais comme on ne peut pas laisser aux aiguilles un centre assez large pour employer aisément une clavette à ressort, on se sert d'un autre procédé qu'on peut exécuter de même aux horloges à pendule. On place sur la chaussée un canon mince, libre et sans jeu. Ce canon porte par son extrémité du côté du cadran l'aiguille du temps vrai sous l'aiguille des minutes ; par l'autre extrémité ce canon porte une petite plaque ronde, tournée comme une petite roue sans dents, rivée à ce canon. Au-dessous de cette petite plaque, et entre elle et le pignon de chaussée, est placée, sur la tige même de la chaussée, une petite lame de ressort mince, portant deux petites oreilles diamétralement opposées, faisant ressort de bas en haut. Une goupille fixée au-dessus du carré de la chaussée empêche les aiguilles de s'élever, et fait appuyer constamment la petite plaque ronde sur les deux extrémités du ressort, qui la rapproche du pignon de la chaussée, et lui donne ainsi le frottement doux qui lui per-

met d'entraîner l'aiguille du temps vrai, en observant cependant que le frottement soit assez doux pour qu'on puisse la faire tourner en la poussant avec une légère pointe.

Nous avons dit que l'horloger doit avoir à sa disposition une bonne méridienne; et comme il est utile qu'il sache les construire lui-même, nous croyons devoir lui en indiquer les moyens.

On peut tracer les lignes méridiennes sur toutes sortes de plans; cependant nous ne nous attacherons qu'à ceux qui sont les plus aisés et les plus sûrs, le plan horizontal et le plan vertical. Nous y ajouterons la manière de les tracer sur le plafond d'un appartement.

1° *Tracer une méridienne sur un plan horizontal.*

On peut tracer cette méridienne sur l'appui d'une fenêtre, pourvu que cet appui soit bien horizontal, et que l'ombre du style à midi puisse se projeter dans la longueur de la pierre; mais, à défaut de ces conditions, on prend une pierre ou une plaque de marbre, dont la surface, sur laquelle on doit tracer la ligne, soit parfaitement unie, parfaitement plane et simplement adoucie. La pierre la plus longue sera toujours la meilleure; on lui donnera au moins 650 millimètres (2 pieds) de long, afin d'avoir un style suffisamment élevé pour obtenir une plus grande justesse. On lui donnera environ

160 millimètres (6 pouces) de large. A l'aide d'un bon niveau, on la placera de manière à ce que son plan supérieur soit parfaitement horizontal.

Vers l'extrémité de la longueur de la pierre qui regarde le soleil, on fixe un style G, Pl. V, *fig.* 7, surmonté d'une plaque ronde E, percée d'un petit trou d'environ trois millimètres (1 ligne $\frac{1}{3}$) de diamètre. Le plan dans lequel se trouve inclinée cette plaque, avec le plan horizontal du cadran, doivent former un angle à peu près égal au degré de la latitude du lieu où l'on construit la méridienne. Cet angle est pour Paris de 48° 50′ environ. Les cartes géographiques donnent les latitudes avec assez d'exactitude pour cet objet. Par ce moyen, l'image du soleil qui passe par le petit trou E, est sensiblement ronde sur le plan horizontal.

La hauteur du style, c'est-à-dire la hauteur E, F, au-dessus du plan horizontal, n'est pas arbitraire; elle dépend de la longueur F, M, du plan, afin d'avoir la méridienne la plus longue possible sans qu'elle sorte du plan les jours où vers la fin de l'année le soleil est le plus bas sur l'horizon. Ainsi, dans la supposition que nous avons faite où la ligne F, M, aurait 650 millimètres, la ligne E, F, devrait avoir 205 millimètres (7 pouces 7 lignes). Si la ligne F, M, n'avait que 487 millimètres (18 pouces), la ligne E, F, n'aurait que 153 millimètres (5 pouces 8 lig.

Lorsque le style est placé comme l'indique

la *fig.* 7, il s'agit de trouver le point F, qui doit être un des points de la méridienne. Pour cela on se sert de l'aplomb *fig.* 8, on en introduit le fil dans le trou E, du style, et par le milieu de ce trou on laisse pendre l'aplomb, au niveau de la pierre, et la pointe *n*, de cet aplomb indique la place où l'on doit marquer le point F, avec un foret bien fait, et d'un millimètre de profondeur. Afin de ne pas commettre d'erreur en cherchant le centre du trou E, par lequel doit passer exactement le fil ou mieux la soie qui soutient le petit plomb, on perce un petit morceau de laiton G, d'un trou suffisant pour recevoir librement et sans jeu cette soie; on le tourne en cône tronqué très-alongé, on introduit la soie dans ce trou, on place le cône G, dans le trou E, et l'on est assuré de l'opération.

Le trou F, bien marqué, de ce point comme centre on décrit plusieurs arcs de cercle *a, b, c,* concentriques qui servent à trouver le second point de la méridienne. Pour cela, on examine vers 9 heures du matin le point où l'image du soleil est exactement partagée par l'arc *a,* par exemple, et l'on marque le point H; on remarque quelle heure marque l'horloge; supposons 9 heures 7 minutes, il restera donc 2 heures 53 minutes pour aller jusqu'à midi, ce qui annoncera que la seconde opération doit se faire vers 2 heures 53 minutes après midi, si le régulateur est bien réglé. On pourrait donc attendre jusqu'à ce moment fixe; mais comme il

peut y avoir quelque erreur dans le régulateur d'un côté, et à cause des variations du temps vrai de l'autre côté, on examine vers deux heures si l'image du soleil est bien éloignée du même arc *a*. Lorsqu'elle en approche, on observe exactement, et l'on marque sur cet arc le point I, de la même manière qu'on a marqué le point H. On prend exactement le milieu de l'arc H, I, en élevant, de ces deux points, une perpendiculaire, ce qui détermine le point M. Par les deux points F, M, on trace une ligne droite qui est la méridienne cherchée.

2° *Tracer une méridienne sur un plan vertical.*

Rien n'est plus aisé que de tracer une méridienne sur un plan vertical, sans aucun appareil de calcul, lorsqu'on a une méridienne bien tracée sur un plan horizontal, d'une assez grande étendue, comme nous l'avons expliqué plus haut.

On fera sceller contre le mur le style formé d'une plaque de tôle supportée par trois barres de fer également espacées. Le plan supérieur de la plaque de tôle formera, avec le plan vertical du mur, un angle égal au complément de la latitude, afin d'avoir une image sensiblement ronde; on y percera un trou rond de 7 millimètres (3 lignes) de diamètre. Au moment où la méridienne horizontale marquera midi, on marquera sur le mur vertical un point au centre du cercle donné par l'image du soleil. Pour avoir un

autre point nécessaire pour tracer la ligne méridienne verticale, on se servira de l'aplomb, dont le fil partagera inférieurement le point tracé par l'observation. On marquera, à l'extrémité supérieure où le fil est suspendu, un autre point qui soit aussi divisé en deux par ce même fil. En faisant passer une ligne par ces deux points, elle sera la méridienne cherchée.

Si le mur est bien méridional, c'est-à-dire que son plan soit perpendiculaire au plan du méridien du lieu et que la perpendiculaire abaissée du centre de la plaque sur le plan, soit de 1 mètre 35 millimètres (3 pieds 2 pouces 3 lignes), la méridienne aura 3 mètres 248 millimètres (10 pieds). Si le mur décline d'un côté ou d'autre, le style sera plus court ou plus long; ou si la longueur du style est déterminée, la ligne méridienne sera plus longue ou plus courte.

### 3° *Tracer une méridienne sur le plafond d'une chambre.*

Nous avions résolu de tracer une méridienne sur le carreau de notre chambre, d'après les principes donnés par Ferdinand Berthoud; mais quelques réflexions nous en détournèrent, nous préférâmes le tracer sur le plafond, comme devant être aussi aisé et d'une plus grande durée, n'étant pas exposé à autant de frottemens. Cette construction est facile lorsqu'on a une bonne méridienne horizontale : deux observations bien faites à cinq

ou six mois de distance l'une de l'autre suffisent. Voici la manière de s'y prendre.

Sur le cadre fixe de la croisée on creuse un trou carré de 27 millimètres (1 pouce) de côté environ; on y incruste un morceau de miroir étamé, que l'on y fixe bien horizontalement. On place dessus une plaque de laiton, dans le milieu de laquelle on pratique un trou de 7 millimètres (3 lignes) de diamètre, afin d'avoir une image ronde et plus petite. Vers le 15 juin on marque sur le plafond un point au milieu de l'image du soleil, au moment du midi donné par la méridienne horizontale. Du 18 au 27 décembre, on marque un second point; on trace par ces deux points une ligne droite, c'est la méridienne cherchée.

On conçoit facilement que la petite glace sert de style : elle est toujours couverte par le jet d'eau qui est au bas de la croisée, qu'on n'a qu'à ouvrir momentanément pour prendre le méridien.

On peut encore, pour ne pas être obligé d'ouvrir la croisée, fixer par deux vis à bois, sur le châssis au bas de la vitre la plus basse et vers le milieu de sa largeur une plaque de laiton bien horizontale, sur laquelle on fixera une plaque de platine de cinq à six lignes de diamètre. Cette plaque, bien polie, ne s'oxide pas et sert de miroir. On peut, au lieu de platine, y placer une petite glace : la réfraction, à midi, n'influe pas sur l'exactitude de la méridienne.

Nous avons indiqué ici les deux points extrêmes, afin d'obtenir de suite la longueur entière et exacte de la ligne ; mais cette condition n'est pas de rigueur. Comme il pourrait arriver que dans le mois de décembre on ne pût pas faire d'observation, rien n'empêche de prendre plusieurs points dans le courant de l'année. On pourrait commencer vers la fin du mois de mars, et à peu près à un mois de distance, et de mois en mois prendre plusieurs points jusqu'au milieu de juin, et continuer ainsi. On dirigerait ensuite la méridienne par les deux points les plus éloignés.

*4° Tracer une méridienne sur le carreau d'une croisée.*

On peut tracer avec beaucoup de facilité une méridienne verticale sur le carreau de vitre d'une croisée, et l'on peut lui donner une étendue suffisante, aujourd'hui surtout, que l'on est dans l'usage d'avoir de grands carreaux. Ces méridiennes sont fort commodes lorsqu'on a une croisée qui reçoit en tout temps le soleil à midi. Voici le procédé que nous avons employé.

Sur le montant de notre croisée, nous avons fixé en dehors un style, construit dans le genre de ceux qu'on place sur les murs verticaux. Ce carreau a 50 centimètres de hauteur (environ 1 pied 6 pouces) ; la perpendiculaire mesurée du centre du style, exécuté avec tous les soins que nous avons indi-

qués; avait 149 millimètres (5 pouces 6 lignes). Nous avions collé d'avance sur la vitre une bande de papier blanc de 54 millimètres (2 pouces) de large et de toute la hauteur de la vitre. Nous l'avions collée de manière que, par une observation faite la veille, l'image du soleil venait se projeter sur le milieu de la largeur du papier, afin de présenter plus de régularité.

A l'instant du midi, donné par la méridienne horizontale, nous avons marqué un point sur le papier en dedans de la pièce; à l'aide de l'aplomb, nous avons marqué un second point sur la ligne verticale, donné par l'aplomb. Nous avons tracé avec une couleur au vernis une ligne que nous avons fait passer par ces deux points, et nous avons obtenu une méridienne très-exacte, très-commode, parce qu'on peut l'observer sans se déranger.

Nous transcrivons ici une table donnée par Berthoud, au moyen de laquelle on connaît les hauteurs que doivent avoir les styles, pour des longueurs données de lignes méridiennes, et *vice versâ*.

| LONGUEUR DE LA MÉRIDIENNE. | | HAUTEUR DU STYLE. | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Pieds. | Pouces. | Millimètres. | Pieds. | Pouces. Lignes. | Millimètres. |
| » | 6. | 0.162. | » | 1. 10. | 0.049 |
| » | 10. | 0.271. | » | 3. 2. | 0.086 |
| 1. | » | 0.325. | » | 3. 9. | 0.102 |
| 1. | 3. | 0.406. | » | 4. 9. | 0.129 |
| 1. | 6. | 0.487. | » | 5. 8. | 0.153 |
| 2. | » | 0.650. | » | 7. 7. | 0.205 |
| 2. | 3. | 0.731. | » | 8. 6. | 0.230 |
| 2. | 6. | 0.812. | » | 9. 6. | 0.257 |
| 3. | » | 0.975. | » | 11. 5. | 0.309 |
| 3. | 6. | 1.137. | 1. | 1. 3. | 0.359 |
| 4. | » | 1.299. | 1. | 3. 3. | 0.413 |
| 5. | » | 1.624. | 1. | 7. 1. | 0.516 |
| 6. | » | 1.949. | 1. | 10. 11. | 0.620 |
| 7. | » | 2.274. | 2. | 2. 9. | 0.724 |
| 8. | » | 2.599. | 2. | 6. 7. | 0.828 |
| 9. | » | 2.924. | 2. | 10. 5. | 0.932 |
| 10. | » | 3.248. | 3. | 2. 3. | 1.035 |
| 12. | » | 3.898. | 3. | 9. 10. | 1.241 |
| 14. | » | 4.548. | 4. | 5. 7. | 1.450 |
| 15. | » | 4.873. | 4. | 9. 5. | 1.554 |
| 17. | » | 5.523. | 5. | 5. 1. | 1.761 |
| 20. | » | 6.498. | 6. | 4. 7. | 2.073 |
| 24. | » | 7.796. | 7. | 7. 9. | 2.484 |
| 30. | » | 9.745. | 9. | 6. 10. | 3.109 |

## CHAPITRE X.

### MÉTHODES POUR CALCULER LES NOMBRES DES DENTS QUE LES ROUES ET LES PIGNONS D'UNE MACHINE DOIVENT AVOIR, POUR QUE PLUSIEURS D'ENTRE ELLES FASSENT EN MÊME TEMPS DES NOMBRES DONNÉS DE RÉVOLUTIONS.

Tous les auteurs qui ont écrit sur l'horlogerie, et les savans mathématiciens qui ont écrit sur la mécanique, ont donné des règles plus ou moins simples, plus ou moins faciles à exécuter, pour déterminer les nombres des dents des roues et des ailes des pignons que doivent avoir les diverses parties d'une même machine, afin que l'ensemble du rouage puisse faire faire à la dernière de ces roues un nombre donné de révolutions pendant un ou plusieurs tours de la première. Il n'entre pas dans notre plan d'exposer ici toutes les méthodes qui ont été proposées; nous n'écrivons pas pour les savans artistes auxquels toutes les difficultés du calcul ne sont pas étrangères; notre but est de donner aux ouvriers ordinaires, peu versés dans cette science, des procédés faciles pour résoudre tous les problèmes que l'horlogerie ordinaire peut nécessiter. Nous indiquerons, à ceux qui désireront s'adonner à des recherches d'un ordre plus relevé, les sources dans lesquelles ils pourront puiser pour satisfaire leurs besoins ou leur curiosité.

Nous ne connaissons pas de procédé plus

simple que celui qu'a indiqué Camus dans ses *Elémens de mécanique statique*, livre onzième. Ce sera par conséquent ce savant académicien que nous prendrons pour guide dans ce que nous avons à dire sur le sujet que nous traitons. Nous allons nous occuper de la solution de quelques problêmes qu'un ouvrier peut avoir intérêt de résoudre dans la pratique de l'horlogerie usuelle, c'est-à-dire la plus généralement exécutée.

*Principe fondamental.*

« Soit qu'une roue conduise un pignon, ou qu'un pignon conduise une roue, le nombre des tours de la roue, multiplié par le nombre de ses dents, est égal au nombre des tours que le pignon fait en même temps, multiplié par le nombre de ses ailes; en sorte que les nombres des tours contemporains de la roue et du pignon sont réciproquement proportionnels aux nombres de leurs dents.

» Supposons que les nombre des dents de la roue A, et du pignon F, soient représentés par les lettres majuscules A, F,

» Et que les nombres de leurs tours contemporains le soient par les petites lettres $a, f$.

» Nous devons démontrer que $a \times A = f \times F$, et que par conséquent $a : f :: F : A$.

» 1° Le nombre des dents de la roue étant représenté par A, à chaque tour que fera la roue, il engrènera dans le pignon un nombre de dents représenté par A. Ainsi, pendant

que la roue fera un nombre de tours exprimé par $a$, il engrènera dans le pignon un nombre de dents représenté par $a \times A$.

» 2° Puisque F, représente le nombre des ailes du pignon, à chaque tour que fera le pignon, il engrènera dans la roue un nombre d'ailes représenté par F. Ainsi, pendant que le pignon fera un nombre de tours exprimé par $f$, il engrènera dans la roue un nombre d'ailes représenté par $f \times F$.

» Mais pendant que la roue et le pignon feront leurs révolutions contemporaines, il engrènera autant de dents de la roue dans le pignon, qu'il engrènera d'ailes du pignon dans la roue. Ainsi l'on aura $a \times A = f \times F$; et regardant les deux termes du premier membre de cette équation comme le produit des extrêmes, et les deux termes du second membre comme le produit des moyens d'une proportion géométrique, l'on aura $a : f :: F : A$, ce que nous avons avancé.

» On doit conclure de cette démonstration que si l'on a un rouage composé d'autant de roues qu'on voudra, et d'un pareil nombre de pignons engrenant successivement les uns dans les autres, le même principe aura lieu pour chaque partie du rouage. Supposons quatre roues désignées par les lettres majuscules A, B, C, D, et les quatre pignons désignés par des mêmes lettres majuscules F, G, H, I; nommons de plus par les petites lettres $a, f, g, h, i$, les nombres des tours contemporains de la roue A, et des pignons F, G, H, I, on aura,

d'après la proposition précédente, pour chaque roue engrenant dans son pignon correspondant, les quatre proportions suivantes :

$$1^{o}\ a : f :: F : A;$$
$$2^{o}\ f : g :: G : B;$$
$$3^{o}\ g : h :: H : C;$$
$$4^{o}\ h : i :: I : D.$$

» Multipliant ces quatre proportions par ordre, c'est-à-dire les antécédens de chaque rapport entre eux, ainsi que les conséquens aussi entre eux, selon les règles de l'arithmétique, et supprimant dans les antécédens et dans les conséquens de chaque rapport les termes qui se répètent dans les uns et dans les autres, les termes du premier membre se réduisent à deux, $a$, et $i$, les termes $f$, $g$, et $h$, se répétant dans les antécédens et dans les conséquens de ce rapport, l'on a la proportion composée suivante :

$$a : i :: F \times G \times H \times I : A \times B \times C \times D$$

d'où l'on déduira l'équation $a \times A \times B \times C \times D = i \times F \times G \times H \times I$, et par conséquent $i = \frac{a \times A \times B \times C \times D}{F \times G \times H \times I}$. C'est-à-dire que le nombre des tours $i$, du dernier pignon I, sera égal au nombre des tours $a$, de la première roue A, multiplié par le produit des nombres des dents de toutes les roues, et divisé par le produit des nombres d'ailes de tous les pignons; de sorte que si l'on fait $a = 1$, c'est-à-dire si la roue A, n'est considérée que comme faisant un tour, le résultat de cette équation donnera le nombre de

tours *i*, que le pignon I, fera pendant que la roue A, achèvera un tour.

» Il suit encore de cet exemple que si l'on avait, dans le rouage que l'on se proposerait d'exécuter, une ou deux roues et autant de pignons de plus ou de moins que les quatre que nous avons supposés dans l'exemple précédent, il suffirait d'ajouter aux quatre proportions que notre exemple nous a fournis, ou d'en retrancher le nombre suffisant, pour n'en avoir qu'une pour chaque roue et chaque pignon.

Cette règle générale bien comprise, est applicable sans exception au calcul de tous les rouages que l'horlogerie ordinaire peut réclamer, comme on va le voir par les exemples que nous allons donner.

## PROBLÈME Ier.

*Trouver les nombres des dents et des ailes qu'il faut donner aux roues et aux pignons d'une horloge, portative ou non, qui doit battre les secondes, c'est-à-dire* 3600 *vibrations par heure.*

L'usage, dans les montres de poche, a fixé à quatre le nombre des roues et des pignons, ainsi dénommées, 1° grande roue moyenne qui fait un tour toutes les heures; 2° petite roue moyenne; 3e roue de champ ou 3e roue; 4° roue d'échappement. Nous désignerons ces roues par les lettres majuscules A, B, C, D; la roue A, engrène dans le pignon G, qui

porte la roue B; cette seconde roue engrène dans le pignon H, qui porte la roue C; cette troisième roue engrène dans le pignon I, rivé avec la roue D; cette quatrième roue D, n'engrène dans aucun pignon, mais elle est retenue dans sa marche à chaque dent par la pièce d'échappement dont il faut considérer la construction et les effets.

L'on connaît aujourd'hui trois sortes d'échappement usités dans les montres ou horloges portatives, et dans les autres horloges non portatives : 1° l'échappement à recul, tel que celui désigné sous le nom d'échappement *à roue de rencontre;* 2° les échappemens à repos, qui sont en grand nombre; 3° les échappemens à vibrations libres ou indépendantes. Dans les échappemens des deux premières classes, chaque dent de la roue d'échappement produit deux vibrations lorsque la roue est simple, c'est-à-dire lorsque les dents de la roue sont taillées sur la circonférence de la même roue comme dans un rochet; mais chaque dent ne produit qu'une vibration lorsque ces dents sont placées alternativement sur les deux surfaces de la même roue, comme dans l'échappement à chevilles de Lepaute, décrit page 141 à 145, et dans notre échappement, décrit page 127 à 130.

Les échappemens à vibrations libres ou indépendantes, tels que l'échappement d'Arnold, décrit p. 125 à 127; et l'échappement à force constante dont nous avons parlé p. 70, ne laissent passer qu'une seule dent pendant

deux vibrations. Il est donc important, pour résoudre le problême que nous nous sommes proposé, et pour ceux qui suivront, de connaître la nature de l'échappement que l'on doit employer, puisque c'est un élément qui doit entrer dans notre calcul. Nous serons donc forcés de donner deux solutions, chacune applicable à l'un de ces cas.

*Premier cas*, c'est-à-dire lorsque chaque dent produit deux vibrations. D'après le principe général, le premier membre de l'équation que nous cherchons serait $\frac{A \times B \times C \times D}{G \times H \times I}$; mais comme chaque dent de la roue D produit deux vibrations, nous devons multiplier D, par 2, et ce premier membre devient $\frac{A \times B \times C \times 2D}{G \times H \times I}$; mais par une condition du problême, l'horloge doit battre 3600 vibrations; ce nombre doit donc devenir le second membre de notre équation, et nous aurons $\frac{A \times B \times C \times 2D}{G \times H \times I} = 3600$. En divisant le second membre par 2 pour débarrasser D de son coefficient, et faisant passer par voie de multiplication le diviseur $G \times H \times I$, dans le second membre, nous aurons $A \times B \times C \times D = \frac{3600}{2} \times G \times H \times I$, et exécutant la division, nous aurons $A \times B \times C \times D = 1800 \times G \times H \times I$. Comme nous sommes maîtres de donner à chaque pignon le nombre

que nous voudrons, nous choisirons pour chacun d'eux le nombre 10, afin d'avoir de meilleurs engrenages, ce qui transformera notre équation en celle-ci :

$A \times B \times C \times D = 1800 \times 10 \times 10 \times 10$.

Il ne s'agit plus que de décomposer ces quatre nombres en tous leurs facteurs, c'est-à-dire en les divisant successivement par 2 autant que cela est possible, puis par 3, et enfin par 5, car ce sont, dans ce cas, les plus petits nombres qui puissent les diviser, et l'on écrit sur une même ligne les diviseurs qu'on a employés, ainsi qu'il suit. Divisant 1800 par 2, j'obtiens pour quotient 900, que je divise par 2, et j'obtiens 450, lequel divisé par 2, donne 225, qui n'est plus divisible par 2; je le divise par 3, j'obtiens 75, lequel divisé encore par 3, donne 25, qui n'est divisible que par 5; le quotient 5, divisé par 5, donne 1, ce qui indique que l'opération est exacte : enfin les trois pignons me donnent aussi chacun 2 et 5; j'écris tous ces diviseurs à côté les uns des autres : 2, 2, 2, 3, 3, 5, 5, 2, 5, 2, 5, 2, 5, qui sont les facteurs dont on doit se servir.

Lorsque l'échappement est à roue de rencontre, on est limité pour le nombre de dents qui doit être impair, et par sa grandeur. Cette limite s'étend depuis 11, jusqu'à 17. Mais n'ayant, dans tous les facteurs trouvés, aucun nombre qui puisse former un de ces quatre produits, on prend 3 et 5, qui donnent 15 pour le nombre des dents de la roue d'échappement D.

Il ne reste donc plus qu'à partager les autres facteurs en trois bandes, dont les produits donneront les nombres de dents que doivent avoir les trois roues A, B, C.

Nous les divisons ainsi qu'il suit : 1° $2 \times 2 \times 3 \times 5 = 60$ pour la roue A ;

2° $2 \times 5 \times 5 = 50$, pour la roue B ;

3° $2 \times 2 \times 2 \times 5 = 40$, pour la roue C.

Notre rouage se compose donc ainsi qu'il suit :

| | Dents. | Pignons. | Tours. |
|---|---|---|---|
| A. . . . . | 60 | | 1 |
| B. . . . . | 50 | 10. . . | 6 |
| C. . . . . | 40 | 10. . . | 30 |
| D. . . . . | 15 | 10. . . | 120 |

Mais comme chaque dent de la roue D, donne 2 vibrations, en multipliant 120 tours par 30, double du nombre des dents de la roue D, on a pour produit 3600 vibrations, ce qui nous était demandé.

*Deuxième cas*, c'est-à-dire lorsque la roue d'échappement ne laisse passer qu'une seule dent par chaque deux vibrations. Alors la roue D, ne doit pas avoir de coefficient dans le premier membre de l'équation primitive, et par conséquent le premier terme du second membre ne doit pas avoir de diviseur. Elle sera ainsi qu'il suit : $A \times B \times C \times D = 3600 \times 10 \times 10 \times 10$, et en opérant comme nous l'avons indiqué pour le premier cas, on obtiendra un 2 pour facteur, de plus que ceux que nous avons notés. Alors laissant toujours la roue d'échappement de 15 dents,

et donnant 10 ailes à chaque pignon, on aura pour les nombres des dents des roues A=80; B = 60; C = 50; D = 15. En exécutant l'opération indiquée page 218, on trouvera que la roue D, fait 240 tours pendant un tour de la roue A, et en multipliant 240 par 15, nombre de vibrations que la roue D fait faire au régulateur par chacun de ses tours, on trouvera comme précédemment pour produit 3600 vibrations par heure.

*Note essentielle.* Lorsque les dents de la roue d'échappement sont moitié sur une surface et moitié sur l'autre, comme dans l'échappement à chevilles de Lepaute, décrit page 141, ou comme dans notre échappement décrit page 122, on peut exécuter le calcul des deux manières: 1° si l'on compte seulement les dents sur une seule surface, on exécute comme dans le *premier cas*, en donnant à la roue D, le coefficient 2; 2° si l'on compte les dents sur chaque surface et qu'on les additionne, ou qu'on multiplie par 2 le nombre de dents d'une seule surface, ce qui revient au même, on exécutera l'opération comme dans le *deuxième cas*, sans donner aucun coefficient à la roue D.

Cette règle est générale et sans aucune exception, quel que soit le nombre de vibrations qu'on veut faire battre à l'horloge. Les nombres qu'on adopte aujourd'hui pour les montres sont 14,400 pour 4 vibrations par seconde, ou 18,000 pour 5 vibrations par seconde. Il n'y a donc qu'à substituer au nombre 3,600 l'un

des deux nombres que nous venons de donner, ou tel autre qu'on voudra, et changer le nombre donné des pignons, en ceux que l'on aura adoptés. Le reste de l'opération est comme nous l'avons indiqué.

Le même calcul et la même marche doivent être suivis pour trouver les dents des roues et des pignons qui doivent précéder la grande roue moyenne, lorsqu'on veut faire aller l'horloge plus de trente heures, par exemple 8 jours, un mois, un an, etc. On multipliera le nombre de jours proposés par 24, nombre d'heures de chaque jour, et l'on formera l'équation. Supposons qu'on veuille la faire marcher 8 jours, ce qui donnera 192 heures ou 192 tours que doit faire la roue des minutes A, pendant un tour de la roue P, on aura cette équation $P \times Q$, etc. $= 192 \times 16 \times 12$, etc., en supposant que dans ce cas on veuille avoir deux roues et deux pignons, et l'on opérera comme ci-dessus.

Il reste à donner quelques notions sur l'application de cette règle générale aux horloges dont le régulateur est un pendule. Deux cas seulement se présentent, et il suffira de donner la solution de deux problèmes pour éclairer cette double question, qui se réduit à une simple préparation pour les ramener à la règle générale.

## PROBLÈME II.

*Trouver les nombres des dents des roues et des ailes des pignons pour une horloge dont les vibrations sont fixées par la hauteur de l'espace dans lequel doit être renfermée la machine.*

Toute la question se réduit à connaître la longueur qu'on peut donner au pendule, car lorsqu'on connaît cette longueur, on trouve facilement, à l'aide de la table que nous avons donnée page 190, le nombre de vibrations que ce pendule peut battre pendant une heure. Ainsi, si la hauteur de la boîte, mesurée avec exactitude, est de 8 pouces ou 96 lignes environ, depuis le point de suspension, on voit sur la table qu'il battra 7700 vibrations par heure, ce qui suffit pour faire rentrer ce problême dans la solution du problême I.

## PROBLÈME III.

*Trouver les nombres des dents des roues et des ailes des pignons du rouage d'une horloge lorsque la longueur du pendule est donnée; ou déterminer la longueur du pendule lorsque le nombre des vibrations est donné.*

Lorsque la longueur du pendule est donnée, l'inspection de la table, page 190, donne dans sa première colonne le nombre de vibrations; *et vice versâ,* lorsque le nombre des vibrations est donné, on trouve dans la seconde colonne de la même table la longueur

du pendule en lignes, et dans la troisième en millimètres.

## PROBLÊME IV.

*Trouver les nombres des dents des roues et des ailes des pignons pour la sonnerie d'une pendule ordinaire.*

Une pendule ordinaire exige quelques considérations particulières. Elle est composée de cinq roues et cinq pignons, dont la première roue est fixée au barillet qui contient le ressort. La seconde roue porte la roue de compte et doit faire un tour en 12 heures. Or, comme en 12 heures elle doit frapper un coup pour chaque demie, la pendule doit frapper 90 coups en 12 heures. Elle devrait donc porter 90 chevilles pour faire sonner autant de coups; mais comme ces chevilles seraient beaucoup trop rapprochées, on fait porter ces chevilles par la troisième roue qui est appelée roue de *chevilles*. Cette roue porte dix chevilles, et doit par conséquent faire 9 tours pendant que la seconde n'en fait qu'un.

La roue qui suit, et qui est la quatrième du rouage, se nomme roue d'*étoteau;* elle porte une seule cheville, et fait un tour à chaque coup de marteau. Elle prend aussi le nom de *roue d'arrêt*, parce que c'est elle qui arrête le rouage lorsque les coups de marteau déterminés par les entailles de la roue de compte sont achevés. La roue qui suit et le pignon du volant qui terminent ce rouage n'ont d'autre fonc-

tion que de ralentir la course du rouage, afin que les coups de marteau ne soient pas trop précipités pour qu'on puisse les compter.

Les nombres qu'on a généralement adoptés sont les suivans: roue de barillet, 84 dents; 2e roue, 72 dents, pignons, 12; 3e roue, 60 dents, pignons 12, 10 chevilles; 4e roue, 54 dents, pignons 6, une cheville; 5e roue, 48 dents, pignons 6; le pignon du volant, 6 ailes.

On voit que, d'après ces nombres et en calculant le nombre des tours que doit faire le pignon du volant pendant un tour de la première roue, on trouve qu'il fait 30,240 tours. Si l'on veut savoir combien de tours il fait à chaque coup de marteau, ou pendant un tour de la roue d'*étoteau*, on trouvera 72 tours. On sait qu'on augmente ou qu'on diminue la vitesse du dernier pignon, en faisant les ailes du volant plus étroites ou plus larges.

Les mêmes calculs que nous avons suivis pour la solution des problêmes précédens ont servi pour résoudre celui-ci; il nous a suffi de savoir qu'on voulait que le volant fît 30,240 révolutions pour une de la première roue, et en nous astreignant à remplir les conditions imposées pour la seconde, la troisième et la quatrième roue.

Puisque, d'après les nombres donnés, la première roue de 84 dents fait un tour en trois jours et demi, il suffira d'avoir un ressort qui fasse cinq tours pour que la pendule marche 17 jours et demi sans remonter.

## CHAPITRE XI.

DE LA RECHERCHE DES NOMBRES DES DENTS DES ROUES ET DES AILES DES PIGNONS, DANS LE CAS OU LE PRODUIT DES ROUES ET CELUI DES PIGNONS NE PEUVENT PAS ÊTRE DÉCOMPOSÉS EN FACTEURS QUI N'EXCÈDENT POINT LES NOMBRES DES DENTS ET DES AILES QU'ON PEUT DONNER A CES ROUES ET A CES PIGNONS.

Les diverses méthodes à employer pour trouver, soit par approximation, soit exactement, les nombres des dents des roues et des ailes des pignons, lorsque le résultat des calculs amène des nombres premiers trop grands pour être employés en horlogerie, sont de nature à ne pouvoir pas être insérées dans cet ouvrage. Nous avons annoncé plusieurs fois que notre but, dans ce Manuel, consistait seulement à donner les notions utiles aux ouvriers qui s'occupent de la bonne horlogerie ordinaire; nous en avons même séparé tout ce qui pourrait concerner spécialement l'exécution des montres marines, destinées à fixer exactement la longitude en mer, qui exigerait à elle seule un volume particulier accompagné de nombreuses planches. Nous nous abstiendrons, à plus forte raison, de traiter ici de ce qui regarde spécialement les calculs relatifs aux mouvemens des corps célestes, dont un très-petit nombre d'artistes s'occupent, et ce travail long et fastidieux ne

serait même pas compris par la plupart de ceux pour lesquels nous écrivons.

Nous nous bornerons à indiquer au lecteur qui désirerait connaître les diverses méthodes qu'on a mises en usage, les auteurs, qui ont traité spécialement des moyens qu'ils ont employés pour obtenir les nombres qui approchent le plus de la vérité, avec le moins d'erreurs qu'il leur a été possible. Nous allons citer la liste chronologique de ces auteurs, autant qu'ils ont pu venir à notre connaissance:

1° *Traité d'horlogerie*, par Derham, imprimé à Londres en 1700, traduit en français, et imprimé à Paris en 1731. Il a eu plusieurs éditions. 1 vol. in-12.

2° *Traité général des horloges*, par le père Dom Jacques Alexandre, bénédictin. 1 vol. in-8, imprimé en 1734.

3° *Traité d'horlogerie*, de Lepaute. 1 vol. in-4, imprimé en 1755. Le chapitre dans lequel il traite de la matière qui nous occupe fut rédigé par M. Delalande, qui employa la méthode de Brauncker, par les fractions continues que Huyghens avait employées précédemment pour calculer son planisphère mouvant. Cette méthode est celle qui donne le plus d'exactitude dans les approximations. Elle devient plus facile dans son exécution, lorsqu'on fait les calculs à l'aide des logarithmes, comme l'a fait de nos jours Antide Janvier. Mais cette méthode exige des connaissances profondes dans l'art du calcul.

4° *Élémens de mécanique statique*, par Camus, savant académicien. Dans le dernier chapitre de cet ouvrage, en deux volumes in-8, imprimé en 1759, il expose une méthode extrêmement facile pour ceux qui connaissent assez passablement les mathématiques.

5° *Essai sur l'horlogerie*, par Ferdinand Berthoud, 2 vol. in-4, dont la première édition est de 1753, et la seconde de 1786.

6° *Dictionnaire technologique*, tome XIV, page 413. Au mot *Nombre* des dents des roues, M. Francœur, professeur de mathématiques au Collége de France, a donné un article très-important sur la matière qui nous occupe. Non-seulement il a indiqué la manière de calculer ces nombres, dans les cas les plus faciles dont nous avons parlé dans le Chapitre précédent; mais il a traité la question dans toute son étendue, et il a fait connaître, non-seulement les moyens de trouver les nombres par approximation; mais il a développé et rendu très-intelligible la méthode inventée par M. Pecqueur pour trouver, sans aucune erreur quelconque, le rouage d'une machine dont le calcul présente des nombres premiers trop grands pour qu'on puisse s'en servir dans l'horlogerie. Il faut lire cet article, qui renvoie à plusieurs autres qu'il est important de connaître.

Voilà tout ce que notre cadre nous permet de dire sur cette matière.

## CHAPITRE XII.

### DE QUELQUES INVENTIONS CURIEUSES OU UTILES EN HORLOGERIE.

Nous ne nous proposons pas de décrire ici toutes les inventions qu'on a faites en horlogerie, et dont la plupart ont figuré aux diverses expositions des produits de l'industrie. Nous nous bornerons à en citer quelques unes, assez remarquables.

§ Ier. — *Montre en cristal de roche.*

M. Rébiller avait présenté à l'exposition de 1827 une montre entièrement à jour. Les cuvettes de la boîte, les ponts et les roues sont en cristal de roche, substance transparente, et d'une dureté peu inférieure à celle des pierres précieuses.

Cet artiste présenta cette pièce à la Société d'encouragement, et c'est du rapport que M. Francœur fit au conseil d'administration, le 9 septembre 1827, que nous transcrivons la description.

« Lorsqu'on connaît la difficulté que l'on rencontre à travailler le cristal de roche et les pierres précieuses, et qu'on songe à l'extrême délicatesse des parties d'une montre de si petite dimension qu'elle peut être portée au cou d'une dame, on a peine à concevoir comment M. Rébiller a pu réussir à exécuter une pièce de ce genre. On se figure surtout difficilement par quels procédés il

a pu tarauder des trous de vis dans une substance aussi dure que l'est le cristal de roche. Cette montre est assurément un travail d'une patience et d'une adresse infinies, et un bijou d'une élégance remarquable, le seul de son espèce jusqu'à ce jour.

» La difficulté d'exécution donne à cet ouvrage admirable un prix tellement élevé, qu'il ne peut être considéré comme un objet de commerce; mais c'est certainement un modèle de patience et d'industrie, digne d'intéresser les vrais connaisseurs. Il ne présente aucun mérite d'invention; mais il a fallu sans doute beaucoup de talent et une patience à toute épreuve pour parvenir à tarauder le cristal, pour sertir les rubis dans une matière aussi difficile à travailler, pour faire les roues et le balancier en cristal, la pièce d'échappement et le pont qui la supporte en saphir. M. Rébiller assure que cette pièce marche presque avec la régularité d'un chronomètre, et il attribue cet effet à ce que le balancier est en cristal, qu'il est mu par un spiral d'or, et que ces substances se ressentent très-peu des effets de la température. Nous n'avons pas vérifié cette assertion, continue le savant rapporteur, parce qu'il aurait fallu faire subir des épreuves à cette montre, et que nous avons craint que quelque accident involontaire ne gâtât un aussi bel ouvrage. »

On nous assure que M. Rébiller s'occupe en ce moment d'ajouter à ce magnifique

bijou la chaîne, la clef et un cachet qu'il fabrique en cristal de roche, d'un seul morceau, qui présentera beaucoup de pièces mobiles entre elles.

§ II. — *Répétitions sans petit rouage.*

La recherche des répétitions sans petit rouage date d'un grand nombre d'années. En 1778, pendant notre séjour à Genève, nous vîmes, chez un fabricant d'horlogerie, un mouvement dont la cadrature produisait cet effet. Il avait été imaginé par un habile ouvrier, qui l'avait vendu à ce négociant. Tous les horlogers s'accordèrent à soutenir que c'était la première montre à répétition qui n'avait pas de petit rouage. Aucun auteur n'en a parlé dans les ouvrages qui traitent de l'horlogerie, et certes si Ferdinand Berthoud en eût eu connaissance, il n'aurait pas manqué de consacrer quelques lignes à sa description dans son *Histoire de la mesure du temps par les horloges;* cette invention était assez curieuse.

En 1807, M. Berrolla, horloger à Besançon, prit un brevet d'invention pour une montre à répétition sans rouage.

En 1817, un horloger qui avait le génie inventif, M. Vincenti, nous montra une montre à répétition dont la cadrature est entièrement différente de tout ce qui était connu jusqu'alors.

En 1820, M. Laresche, horloger à Paris, prit un brevet d'invention pour une cadrature de répétition sans rouage.

Nous allons tâcher de décrire ces inventions, qui sont les seules que nous connaissions.

1° *Répétition sans petit rouage, exécutée à Genève en* 1778.

Sous le cadran (Pl. V, *fig.* 9), la grande platine était creusée d'une rainure circulaire *a, a, a,* et excentrique à la platine d'une largeur d'environ quatre millimètres, et d'une profondeur d'environ un millimètre; le fond de cette creusure est parfaitement plan. Le grand diamètre de cette rainure a les dix-septièmes du diamètre de la platine; et ce grand cercle est en contact avec le cercle de la platine du côté où le chiffre 12 est marqué sur le cadran, ou, ce qui est la même chose, du côté du poussoir ou du pendant de la boîte. On loge dans cette rainure un cercle d'acier bien tourné, et ajusté de la même manière qu'une raquette pour l'avance et le retard. Ce cercle est fixé sur la platine par trois clefs en acier *b, b, b,* qui l'empêchent de se soulever.

Sur le bord de ce cercle, et dans la partie extérieure du côté du pendant, sont pratiquées une quinzaine de dents ordinaires *c, c.* Sur le côté à gauche, vers la place de 7 à 9 heures, sont 12 dents à rochet, *d, d.*

Le restant de la cadrature est très-simple; un limaçon des quarts *f,* avec sa surprise, placé à l'ordinaire sur la chaussée; un limaçon des heures avec son étoile *g,* le valet *h*

et son ressort *i;* une pièce des quarts *m*, n'ayant que trois dents à l'extrémité d'un de ses leviers, avec son ressort *n* à l'ordinaire; enfin un seul marteau, dont on voit la levée en *o*, et son ressort *p*.

La queue de la boîte est fixe et soudée à la boîte; elle a la forme d'une queue à répétition; elle est percée dans son axe d'un trou rond de trois millimètres environ de diamètre; une tige d'acier qui porte à son extrémité intérieure un pignon de 12, et à son extrémité extérieure un gros bouton du même métal que la boîte, auquel est fixée par une vis transversale la boucle qui porte le cordon ou la chaîne par lesquels on suspend la montre, servent à mettre en fonction la cadrature.

Lorsqu'on veut faire répéter l'heure, on fait tourner à gauche la boucle: le pignon de 12 engrène dans la crémaillère et force le bras qu'elle porte à s'avancer vers 9 heures, et il avance jusqu'à ce qu'il rencontre le limaçon des heures. Dans ce mouvement deux effets se produisent: 1° une cheville *q*, placée sur le cercle d'acier mobile, l'éloigne de la pièce des quarts, laquelle, devenant libre, va s'appuyer par son second bras sur le limaçon des quarts, vers lequel elle est sans cesse poussée par le ressort qui l'y contraint; 2° il passe devant la levée du marteau autant de dents de la crémaillère à rochet que le limaçon indique d'heures. Alors, en tournant la boucle en sens inverse, l'on ramène le cercle mobile à sa

place primitive et les heures sonnent; après un petit intervalle, les quarts sonnent de même. On sent qu'il faut tourner assez lentement pour que les coups se détachent l'un de l'autre, et qu'on puisse les compter distinctement.

Cette montre nous fut confiée pour diriger des ouvriers que nous avions pour l'exécution de pièces semblables. En examinant cette construction, nous conçûmes la possibilité d'y ajouter deux perfectionnemens qui nous parurent importans, et qui furent approuvés par les propriétaires fabricans. C'était de la mettre à tout ou rien, et de lui faire sonner les quarts doubles; ce qui fut exécuté. La montre originale resta comme type de l'invention. Les horlogers concevront facilement cette nouvelle construction: il fallut déplacer un peu le limaçon des heures, afin d'établir le tout-ou-rien; faire une pièce des quarts presque selon le système ordinaire, et mettre un second marteau.

2° *Répétition sans rouage par M. Berrolla.*

Le brevet que prit cet horloger expira en 1812; il a été décrit, sans figures, dans le tome IV des brevets expirés, page 130. Voici ce qui est le plus important dans cette courte description, qui est à peine suffisante pour son entière intelligence.

« L'extérieur de la montre est semblable aux autres montres, excepté qu'il existe au-dessous du pendant un bouton qu'il faut tour-

ner à gauche pour la faire sonner. A mesure que l'on tourne, elle sonne les heures que le cadran marque. En tournant à droite, pour remettre le bouton à sa première place, elle sonne les quarts.

» Dans l'intérieur, le mouvement est absolument le même que celui d'une montre simple, sans rouage de répétition, excepté qu'il y a un seul marteau placé dans la cage, qui frappe contre un ressort-timbre.

» La cadrature est composée d'un rateau pour les heures, et d'un autre pour les quarts; ils font mouvoir le marteau. Celui des heures a une communication avec une vis sans fin, laquelle est attachée après le bouton dont il est fait mention ci-dessus, et par une marche mécanique, fait mouvoir en même temps le rateau des quarts. Il existe aussi une étoile des heures avec son limaçon, ainsi qu'une pièce aux quarts; mais ces deux dernières pièces sont semblables à toute autre montre à répétition. »

3° *Répétition d'une construction singulière.*

En 1817, M. Vincenti, horloger, qui se trouvait alors à Paris, nous fit voir une répétition de son invention, dont il ne montrait que les effets, fondant, sur la vente de cette montre, sa fortune qu'il regardait comme colossale; il cherchait un bailleur de fonds; et par un Prospectus qu'il répandit dans le public, il offrait ses nouvelles montres à répétition au prix des montres simples ordi-

naires. Il faisait un appel aux souscripteurs, et ne voulait en livrer aucune qu'après qu'il aurait obtenu un nombre très-considérable de souscriptions, et que toutes les montres pour la remplir auraient été confectionnées, afin que personne ne pût le contrefaire avant qu'il eût distribué toutes les siennes. Cette souscription ne fut pas remplie, comme on le pense bien; cependant il en fut fabriqué quelques-unes, en petit nombre sans doute, puisqu'on n'en connaît que deux à Paris. M. le baron de Keppler en a une, dont il est satisfait depuis que M. Vallet, horloger, la lui a réparée. M. Vallet s'est procuré depuis la seconde.

Nous aurions désiré donner ici, avec la description de cette machine, une Planche pour en faire concevoir tous les détails; mais des petites pièces qui se trouvent dans l'épaisseur de la platine, et qui sont d'une grande importance pour donner l'intelligence de l'ensemble, n'ont pas pu être dessinées d'une manière assez sensible. Nous nous bornerons à en faire connaître les effets, et nous engageons les horlogers à aller voir la pièce même chez M. Vallet père, horloger, rue Saint-Jacques-la-Boucherie, n° 33, qui se fera un plaisir de la communiquer à tous ceux qui désireront en prendre connaissance.

Le mouvement a deux rouages mus par le même ressort; il n'y a donc qu'un barillet auquel est attachée la chaîne qui conduit la fusée. L'arbre du barillet porte une plaque

d'acier taillée en rochet, sur laquelle est montée une grande roue avec le cliquet et le ressort, de sorte que le ressort se tend par son extérieur à l'aide de la chaîne et par son centre à l'aide de cet encliquetage; cette roue est absolument construite sur l'arbre du barillet, de même que la première roue du petit rouage d'une répétition. Le restant du petit rouage est formé de roues plus grandes que dans les répétitions ordinaires.

La boîte ne diffère pas essentiellement des boîtes ordinaires. On y remarque seulement, entre midi et trois heures, une fente longitudinale, parallèle au bord de la lunette; un petit bouton saillant passe dans cette entaille. Lorsqu'on veut faire sonner la répétition, on amène avec l'ongle le bouton vers trois heures. Alors deux effets ont lieu simultanément : 1° le bras de la pièce qui sert de crémaillère vient appuyer sur le limaçon des heures et fixe le nombre de coups que doivent sonner les heures; le tout-ou-rien se recule; la pièce des quarts, devenue libre, tombe sur le limaçon des quarts, et le rouage marche; 2° en même temps que cet effet a lieu, on remonte par le même bouton le ressort de la quantité nécessaire pour faire sonner les heures et les quarts. Le tout-ou-rien et les autres pièces de la cadrature ne sont pas faits comme dans les répétitions ordinaires.

A défaut de figures, voilà tout ce que nous pouvons dire sur cette construction singulière.

*4° Répétition sans rouage, par M. Laresche.*

Le 30 décembre 1820, M. Laresche, horloger à Paris, prit un brevet d'invention de cinq ans, qui expira à pareil jour en 1825, pour une nouvelle cadrature de répétition sans rouage. Cette machine est décrite avec figures dans le tome XIII des brevets d'invention expirés, page 43. Ce mécanisme nous paraît trop compliqué, et nous ne le croyons pas d'un effet assez certain; c'est sans doute la raison pour laquelle l'auteur n'a pas donné de suite à son invention; nous n'avons vu aucune de ses montres dans le commerce. Nous n'en donnerons par conséquent pas ici la description, et nous engageons le lecteur qui serait désireux de la connaître, de consulter l'ouvrage que nous avons cité. On le trouve dans toutes les bibliothèques publiques, et dans les secrétariats de toutes les préfectures.

§ III. — *Levier chronométrique.*

Cette machine, qui fit partie des expositions de 1819 et 1823, fut inventée par nous il y a plus de quarante ans. Nous l'avions communiquée à feu M. Peschot, horloger, qui changea le nom que nous lui avions donné, *levier chronométrique*, qui exprimait bien ses fonctions, en celui de *chronomètre*, qui ne signifie en général que *mesure du temps*, nom qui convient à toutes les horloges, et qu'on a adopté aujourd'hui pour désigner les *garde-temps*. Peschot était bon ouvrier, mais il n'avait au-

cune théorie, et il ne concevait même pas le principe d'après lequel cette machine avait été imaginée.

Dans un mémoire que nous avons inséré dans le tome XV, p. 248 de nos *Annales de l'industrie nationale et étrangère*, nous avons expliqué le principe qui servait de base à notre invention; nous n'entrâmes pas dans les détails de la construction de cette machine, et notre but n'était que de rendre compte d'un procès que nous eûmes à soutenir contre un contrefacteur, et de prouver que la construction qu'il avait adoptée, quoique différente essentiellement de la nôtre, était basée sur le même principe; il n'avait fait que changer la forme. Il fut reconnu par le tribunal que le principe nous appartenait, et le contrefacteur fut condamné. Nous allons entrer ici dans quelques détails d'exécution que nous n'avons jamais pu obtenir de Peschot, et qui cependant sont très-importans si l'on veut avoir une horloge sur laquelle on puisse compter; car jusqu'à ce jour on n'a exécuté aucun levier qui remplisse véritablement ce but.

Quoiqu'on puisse, rigoureusement parlant, employer un mouvement de montre quelconque, cependant on réussit beaucoup mieux lorsqu'on construit le mouvement exprès; on en sentira bientôt la raison lorsqu'on sera convaincu qu'il importe d'avoir les surfaces extérieures des deux platines entièrement libres.

Tous ceux qui ont vu en 1820, 21 et 22, les flèches qui marquaient l'heure sur les deux glaces opposées du foyer de l'Opéra, savent que le mouvement de montre qui produit cet effet est caché dans une boîte placée entre les plumes opposées à la pointe de la flèche. Notre mouvement n'est pas fixé à cette boîte; il y est porté seulement par son centre, autour duquel il peut tourner librement, en terminant sa révolution en douze heures ou en une heure, à volonté, comme on le verra par la suite.

Comme on est obligé de déplacer la flèche pour remonter le ressort, il faut disposer le carré du remontoir du côté de la petite platine, comme dans les montres anglaises : trop d'obstacles s'opposeraient à ce qu'on le plaçât sur la grande platine; le plus grand serait celui de rencontrer le carré qui se présenterait au trou du cadran, puisque ce carré tourne autour du centre de la montre en même temps que tout le mouvement, tandis que le cadran ne bouge pas. Il est avantageux que le rouage marche pendant huit jours sans être remonté. Il est important aussi d'y adapter un échappement à repos; notre échappement (*voy.* page 127) a été imaginé pour cela. On pourrait y mettre un échappement à roue de rencontre, mais alors il faudrait y ajouter une fusée, ou notre construction pour suppléer à la fusée (*voy.* p. 81). Supposons, pour plus de simplicité, qu'il n'y ait pas de fusée : lorsque le calibre est tracé,

on trace un diamètre qui passe par le milieu du trou du barillet. C'est dans cette ligne que doit se trouver l'axe de la pièce d'échappement. Le balancier tourne horizontalement au-dessus de la cage et perpendiculairement à la surface des platines. On va en voir l'utilité.

Dans notre système, quoique notre mouvement tourne autour de l'axe de la grande roue moyenne, il ne change cependant jamais de sa position respective par rapport au diamètre que nous avons dit de tracer sur le calibre; de sorte que ce diamètre conserve constamment la position verticale, tandis que le barillet qui sert de poids pour faire marcher le levier est toujours en bas vers 6 heures, et le balancier toujours en haut vers midi: cela est facile à concevoir. A chaque vibration du balancier, le mouvement tend à tourner; mais en même temps le centre de gravité du barillet qui tendrait à sortir de la verticale, force le levier à tourner un peu pour le ramener dans cette verticale, et par ce moyen il ne bouge pas de place, il est seulement transporté dans une circonférence de cercle dont le centre est l'axe qui supporte le levier; mais toutes les parties de la montre conservent la même position par rapport au diamètre vertical dont nous avons parlé, qui est transporté continuellement parallèlement à lui-même dans l'orbe qu'il parcourt; ce qui imite le mouvement de l'axe de la terre, qui est toujours parallèle à lui-

même pendant qu'il est transporté dans son orbite annuel. La montre dans le levier chronométrique est donc toujours immobile comme le mouvement d'une pendule de cheminée, ce qui contribue beaucoup à sa régularité.

La cage du rouage doit être renfermée entre quatre bandes de laiton d'un centimètre au plus de largeur, qui forme un cadre au milieu duquel le mouvement est suspendu et peut tourner librement sur les deux pivots de la grande roue moyenne, de la manière que nous allons l'expliquer. Ce cadre est fixé à la flèche.

La circonférence de l'une des platines, peu importe laquelle, doit être taillée en rochet, comme une roue d'encliquetage de montre, et l'on place dans chacun des montans du cadre dont nous venons de parler un cliquet et son ressort pour former encliquetage dans cette partie. Cette précaution est importante; car sans cela, lorsqu'on veut remonter le ressort, le mouvement tournerait, et l'on dérangerait sa régularité, il faudrait le remettre à l'heure, et l'on risquerait de casser quelques pièces. Si lorsqu'on place les deux encliquetages, on a soin que les cliquets n'arrêtent pas tous les deux en même temps, mais l'un après l'autre, alors on obtiendra le même effet que si la roue avait le double du nombre des dents, et l'arrêt aura lieu au plus près. Il est bon de faire attention que les dents de la roue à rochet doivent être tournées en

sens inverse de celles du remontoir, puisque leur effet est contraire. L'encliquetage doit céder pendant que la montre marche, et arrêter pendant qu'on la remonte. Il suffit d'avoir fait cette observation pour qu'on conçoive son utilité.

C'est par le cadre fixe que doit être suspendue la cage du mouvement; c'est l'axe de la grande roue moyenne qui porte un pivot à chaque extrémité qui doit rouler librement dans les deux traverses opposées de ce cadre. Mais avant d'expliquer cette partie du mécanisme, il est bon, pour ne pas nous exposer à faire commettre quelque erreur, de bien concevoir ce que nous désignerons par grande ou petite platine, puisque par notre construction elles sont toutes les deux égales en diamètre et en épaisseur. On verra que cette distinction est nécessaire à cause des pièces qui se trouvent sur les traverses du cadre, et qui sont différentes, afin d'imprimer des mouvemens distincts et séparés.

Nous appellerons, comme dans l'horlogerie ordinaire, grande platine celle sur laquelle sont rivés les piliers, et sur la surface de laquelle se trouvent placés le cadran et les aiguilles, car nous employons aussi un cadran et des aiguilles. Nous désignerons l'autre platine sous le nom de petite platine.

On perce un petit trou au milieu de la longueur de la traverse du côté de la grande platine; sur ce trou et au-dessous de la traverse du côté de la grande platine, on place un

pont, fixé par deux vis et deux pieds; on marque avec l'outil à planter un trou qui correspond parfaitement avec celui de la bande du cadre. C'est dans ce trou que doit porter un des pivots de la grande roue moyenne. On plante de même un trou correspondant dans la traverse, du cadre, opposée. C'est dans ce trou, ou dans une pièce qui le remplace, comme nous l'expliquerons plus bas, que roule l'autre pivot de la grande roue moyenne, qui, ne portant pas de chaussée, etc., n'a pas besoin d'une longue tige au-delà de la grande platine.

Voici les nombres que nous avons adoptés pour le mouvement pour les deux roues et les deux pignons qui précèdent la grande roue moyenne.

Le barillet a 96 dents; il engrène dans un pignon de 12 porté par la seconde roue, appelée *roue de temps*, qui a 80 dents, et engrène dans un pignon de 10 qui porte la grande roue moyenne. De sorte que le barillet faisant un tour en 64 heures, la seconde achève son tour en 8 heures pendant que la troisième fait son tour en 1 heure. Le ressort en trois tours et demi fera aller la montre pendant 224 heures, c'est-à-dire plus de 9 jours.

Quant aux autres roues qui suivent la grande roue moyenne, celle-ci comprise, on en cherchera les nombres ainsi que les ailes des pignons, par les règles que nous avons données Chapitre X, page 218. Lorsqu'on

aura déterminé le nombre de vibrations qu'elle doit battre pendant une heure, supposons qu'on veuille lui faire battre 14,400 vibrations par heure, et qu'on y adaptât notre échappement, qui par sa forme est le plus convenable pour cette machine, comme nous l'avons dit page 238, en donnant six ailes à chacun des trois pignons, et en fixant à 20 le nombre des dents de la roue d'échappement, qui est à une seule vibration par chaque dent, c'est-à-dire que chaque dent ne fait faire qu'une seule vibration au balancier par chaque tour de la roue, on trouvera les nombres des dents de ce rouage, tel que nous l'avons adopté.

| | Dents. | Pignons. | Tours. |
|---|---|---|---|
| Grande roue moyenne. . . | 60 | | 1 |
| Petite roue moyenne. . . | 54 | 6. . . | 10 |
| Roue de champ. . . . . | 48 | 6. . . | 90 |
| Roue d'échappement. . . | 20 | 6. . . | 720 |

La roue d'échappement fait donc 720 tours pendant une heure, c'est-à-dire pendant que la grande roue moyenne fait un tour, et en multipliant 720 par 20 vibrations que la roue d'échappement fait faire au balancier par chacun de ses tours, on aura pour produit 14,400 vibrations par heure; ce qui était la condition essentielle du problême.

Jusqu'ici la montre ne tournerait pas. Voici comment on l'a fait tourner en 12 heures, ou en une heure à volonté. Nous allons résoudre les deux cas séparément.

1° Pour que le bout de la flèche fasse son

tour en 12 heures, voici comment on s'y prend : la tige de la seconde roue de 80 dents passe à travers la petite platine, et est limée à carré au dehors de cette platine. Sur ce carré, on placera à carré, et solidement ajusté, un pignon de 12 dents, qui engrènera dans une roue de 18, placée dans le trou pratiqué au milieu de la bande du cadre qui se trouve du côté de la petite platine, et en dedans, c'est-à-dire du côté de cette platine; ou bien un pignon de 16 et une roue de 24 dents; ou bien encore un pignon de 20 et une roue de 30 dents; ou enfin tels autres nombres, pourvu qu'ils soient entre eux dans le même rapport. On choisira le nombre convenable, selon la place que laissera le calibre, afin d'avoir de bonnes dents, fortes à peu près comme une bonne roue de fusée. Dans tous les cas, la roue doit être rivée sur la traverse, et les ailes du pignon doivent être en dedans, et assez épaisses pour engrener toujours dans la roue.

On conçoit actuellement que, puisque l'arbre de la roue de temps fait son tour en 8 heures, elle sera obligée de faire un tour et un tiers avant que son pignon de 12, de 16, ou de 20 ait parcouru 12 heures, et par cette raison, la flèche n'achèvera son tour qu'en 12 heures.

2° S'il s'agit de faire tourner la flèche en une heure, la construction du rouage du mouvement ne change pas; ce n'est que dans la disposition et dans les nombres de la roue

et du pignon dont nous venons de parler que s'opère le changement. Rappelons-nous que la roue de temps achève son tour en 8 heures: on placera à carré, sur l'axe de cette roue, une roue de 80 dents; on rivera au milieu de la traverse un pignon de 10; par ce moyen, le rouage fera 8 fois le tour pendant que la roue de temps en fera un.

Dans les deux cas, on percera un trou au centre du pignon ou de la roue, qu'on doit river sur la traverse, et c'est dans ce trou que roulera le pivot de la grande roue moyenne, afin que le mouvement soit solidement suspendu.

Lorsque la flèche doit achever sa révolution en 12 heures, il n'est pas nécessaire de faire d'autres constructions du côté de la grande platine; dans ce cas, la flèche marque les heures sur une grande glace, et les divisions sont assez grandes pour qu'on puisse marquer entre elles des petites divisions qui seront assez distinctes pour marquer les minutes de 5 en 5, ou de 10 en 10.

Mais lorsque la révolution doit se terminer en 60 minutes ou une heure, on doit y ajouter un cadran sur lequel une aiguille marque les heures et les minutes, si l'on veut. Nous plaçons ce cadran sur la traverse qui porte le mouvement, et il faut de plus que le cadran se présente, dans quelque position qu'il se trouve dans son double mouvement, de manière à présenter toujours les chiffres 12 et 6 dans une position verticale;

c'est ce que nous avions indiqué à Peschot, qu'il n'a jamais pu comprendre, quoique nous lui eussions fourni une pièce ainsi exécutée. Nous avions imaginé un moyen qui n'est pas plus compliqué qu'une cadrature de montre ordinaire et qui produit cependant ce triple effet.

Nous plaçons sur la grande platine du cadran une roue de 48 dents, que nous fixons sur cette platine par trois vis, et que nous élevons de trois millimètres, par une rondelle que nous plaçons par-dessous, et qui n'arrive pas jusqu'aux dents. Nous enlevons le centre de cette roue et de la rondelle pour que la tige de la grande roue moyenne ne soit pas gênée. Sur la traverse du cadre nous plaçons un pignon de 12, peu importe le nombre, dont les pivots sont portés par deux ponts, dont l'un est placé sous la traverse, et l'autre par-dessus. Ce pignon engrène dans la roue de 48 fixée sur la platine. Le pont doit approcher beaucoup de la platine, mais ne jamais y toucher, ce qui arrêterait le mouvement. Voilà pourquoi nous avons élevé la roue. Le pignon de 12 n'est là que pour transporter le mouvement du dessous de la traverse par-dessus. Il doit être assez long pour engrener tout à la fois dans les trois roues dont nous allons parler.

Au milieu de la traverse et au-dessus du trou qu'on y a pratiqué, on fixe à vis une tige d'acier trempé, qui soit bien perpendiculaire aux platines, et bien dans le prolongement

de la ligne qui passe par les deux trous de la grande roue moyenne. Sur cette tige l'on place trois roues concentriques montées chacune sur un canon, laissant entre elles un petit jour. Elles ont toutes les trois le même diamètre que celle qui est fixée sur la platine. La première qu'on place a 48 dents, la seconde en a 52, et la troisième 48. La première porte à canon l'aiguille des minutes, la seconde porte à canon le cadran d'argent ou de cuivre argenté, la troisième porte l'aiguille des heures. Si l'on ne donnait à la roue qui porte le cadran que 48 dents, à chaque tour ce cadran serait en avance d'une heure. C'est un effet analogue aux roues satellites de M. Pecqueur.

Il reste encore une explication à donner pour faciliter l'exécution, et pour rendre la marche du levier régulière. Les deux branches sont plus courtes l'une que l'autre; c'est sur la plus courte qu'on place le mouvement, et l'autre doit lui faire équilibre. On trouve facilement cet équilibre en plaçant la flèche sur les deux points 3 et 9, ensuite sur 12 et 6; mais cela ne suffit pas encore : il faut sous la pointe de la flèche, et dans le sens de sa longueur, placer un petit poids, porté par une vis de rappel que l'on peut faire mouvoir à l'aide d'une clef afin de l'éloigner ou de l'approcher du point de suspension à volonté. Ce poids sert à rectifier l'équilibre. Nous en avons reconnu l'indispensable nécessité par ce qui nous arriva lorsque nous eûmes exé-

cuté la dernière construction dont nous avons parlé.

Nous fîmes marquer les minutes sur un grand cadran de 12 pouces, et après avoir placé l'aiguille des minutes sur le petit cadran, nous aperçûmes une différence de 12 minutes en retard dans la moitié de la révolution du grand cadran sur le petit, et ce retard fut compensé exactement dans la seconde moitié de la révolution, ce qui nous fit présumer que l'équilibre n'était pas exact. Nous nous décidâmes alors à ajouter le poids supplémentaire, par lequel nous parvînmes à régler parfaitement le mouvement jusqu'à ce que les aiguilles des minutes fussent d'accord minute par minute, ce que nous obtînmes très-facilement. Nous enlevâmes alors la petite aiguille du petit cadran.

Nous n'avons jamais pu faire concevoir cet effet à Peschot, qui s'est toujours obstiné à ne pas vouloir l'exécuter; aussi avait-il des heures inégales entre elles.

Quand on veut faire marcher le levier chronométrique contre une glace qui sert de cadran, on n'a pas besoin de percer la glace; on tourne une rondelle de bois, au centre de laquelle on fixe une petite tige d'acier trempé et poli, assez forte pour supporter le poids du levier sans plier, mais aussi fine que possible, pour éviter les frottemens. Avant de tremper cette tige, on en taraude le bout extérieur pour y placer un écrou en laiton, afin d'empêcher qu'un trémoussement ne fasse sortir

le levier de sa place. On ôte cet écrou pour détacher le levier lorsqu'on doit le remonter. On coupe trois ou quatre rondelles de papier brouillard de même grandeur que la rondelle de bois; on colle, sur la glace, un papier avec de la chaux vive en poudre délayée par du fromage blanc, et on laisse sécher; sur ce papier on en colle un second et un troisième avec de la colle de poisson; enfin, quand tout est sec, on colle la rondelle avec de la colle forte. On laisse sécher, et alors on peut y placer le levier.

Ce levier est un instrument très-commode pour se procurer une horloge à la campagne; on l'enferme dans un étui qu'on emporte avec soi; il marche pendant le voyage, et lorsqu'on est arrivé, on le place au centre d'un cadran qu'on a disposé exprès. Lorsqu'on s'en va, on l'emporte de même, et on le place chez soi, où il continue à indiquer l'heure sans aucune irrégularité.

Nous offrons aux horlogers qui voudront le construire, de les diriger dans leurs travaux, afin de leur donner une parfaite intelligence de nos moyens.

## CHAPITRE XIII.

### DES DIVERS OUTILS EMPLOYÉS EN HORLOGERIE.

Notre intention n'est pas de donner ici la liste et la description des nombreux outils employés dans toutes les branches de l'horlogerie; un gros volume serait à peine suffisant pour remplir cette tâche avec fruit. D'ail-

leurs les bons horlogers ont, presque tous, les ouvrages qui ont traité de cette partie avec tous les détails que l'on pourrait désirer : le *Traité d'horlogerie* de Thiout l'aîné ; l'*Essai sur l'horlogerie*, et les autres ouvrages de Ferdinand Berthoud ; l'*Encyclopédie méthodique, arts et métiers*, tome III, au mot *Horlogerie*, de la page 259 à 464, ont donné tous ceux qui étaient connus à l'époque à laquelle ils ont écrit, et ce serait abuser de la patience du lecteur de leur répéter ici tout ce que ces auteurs ont fait connaître. Nous nous bornerons à décrire les outils récemment imaginés, qui ne se trouvent dans aucun de ces ouvrages, que des horlogers habiles ont inventés pour s'aider dans leurs travaux, et qu'ils ont bien voulu nous communiquer. Nous emprunterons un outil important à Ferdinand Berthoud, qui n'a pas été assez apprécié ; nous terminerons ce Chapitre par la description d'un perfectionnement que nous avons apporté à l'outil à faire les dentures.

M. *Vallet*, l'un des plus habiles horlogers de Paris, que feu *Bréguet* n'a eu occasion de connaître qu'en 1823, au sujet du jeune *Alavoine*, sourd-muet de naissance, à qui M. Vallet avait enseigné l'horlogerie, et qui avait exposé une montre à cylindre très-bien exécutée par lui sous la direction de son maître. M. Vallet avait exposé lui-même une partie des outils que nous allons décrire, qu'il avait imaginés et travaillés avec soin, et qui avaient servi au jeune sourd-muet pour exécuter son

mouvement. Feu Bréguet ne cessait de faire l'éloge et de la montre et des outils, qu'il trouva très-ingénieux et des plus utiles, en engageant l'auteur à les rendre publics. Peu de jours après Bréguet n'était plus : l'horlogerie pleurera long-temps cette perte.

M. Vallet nous a autorisé à les décrire, et nous en a fourni les dessins. Ils sont de deux genres différens ; nous les désignerons sous la dénomination d'outils *généraux*, parce que leur usage est applicable à plusieurs objets divers ; nous nommerons les autres *spéciaux*, parce qu'ils ont pour but l'exécution parfaite d'une partie spéciale, les *roues de cylindre*. Nous intervertissons l'ordre chronologique, pour décrire de suite les outils de cet habile horloger.

## § I^er^. — *Outils généraux.*

### 1° *Support pour mettre les pignons parfaitement ronds.*

Lorsque les horlogers ont *efflanqué* et arrondi un pignon, ils le trempent et le *revienent* bleu. A la trempe et au recuit, la tige du pignon se tourmente ordinairement, et le pignon cesse d'être rond sur les deux pointes qui ont servi à le tourner. Alors l'ouvrier est obligé, avec la lime, de jeter la pointe de côté, si la différence est petite et que la grosseur de la tige le permette ; et, dans le cas contraire, il redresse cette tige à l'aide du marteau tranchant sur un tas bien uni, en

frappant dans le creux, afin d'alonger cette partie, ou bien, ce qui est préférable, il place dans l'étau une lime très-douce, de manière que le côté taillé dans son épaisseur soit placé au-dessus. Alors il appuie le côté creux de la tige sur cette taille, et il frappe, avec la tête très-unie d'un petit marteau, sur la partie opposée; les tailles de la lime, très-fines et très-rapprochées, font l'office de petits ciseaux ou de marteaux tranchans, et le redressement se fait avec plus de célérité et plus de régularité.

Ce préliminaire rempli, l'ouvrier tourne et roule les pointes, tourne la tige et la polit de même que les ailes du pignon.

On trouve, chez les marchands de fournitures, des pignons tout faits et polis, de différentes longueurs et de différens nombres, qu'il est facile d'adapter aux montres les plus en usage : rarement ces pignons sont ronds, et un ouvrier soigneux doit les examiner sous ce rapport avant de les employer, pour rectifier les erreurs lorsqu'il y en a, ou s'assurer qu'elles n'existent pas. L'instrument dont nous allons parler sera donc utile aux uns et aux autres.

Les *figures* 1 et 2 (Pl. VI) le représentent : de profil, *fig.* 1, et de face, *fig.* 2. Les mêmes lettres indiquent les mêmes pièces dans les deux figures.

L'instrument n'est autre chose qu'un support de *tour à finir*. La tige A, entre dans le *porte-support du tour*, qu'il nous a paru inutile

de faire graver. Elle est fixée à la hauteur convenable par la vis du porte-support. La plaque B, qui est placée à angle droit et rivée sur la partie supérieure de la tige A, s'approche assez près des pointes du tour; elle est percée de plusieurs trous E, taraudée du même pas de vis pour recevoir la vis C, qu'on introduit au point convenable en la prenant entre le pouce et l'index par sa tête godronnée. Cette vis est en acier, percée dans son axe, dans lequel on ajuste un petit morceau de laiton comme la pointe d'une épingle. Tout le reste de la machine est en laiton. On place la vis dans l'un des trous E, qui paraît à l'ouvrier le plus commode pour le travail.

L'outil est ici représenté de grandeur naturelle; voici la manière de s'en servir: l'ouvrier, après avoir fixé un *cuivrot à vis* sur une des tiges du pignon, le place entre les deux pointes du tour, et le fait tourner lentement avec un archet à crin, qu'il tient légèrement entre les doigts. Il avance petit à petit la vis jusqu'à ce que sa pointe affleure les ailes du pignon : si cette pointe ne touche pas également toutes les ailes, il donne un coup de lime très-douce sur la pointe de la tige du pignon vers l'extrémité du diamètre opposé à la dent qui touche, afin de pousser la pointe vers celle où se trouve l'aile qui touche seule. Si la tige est faussée, il la redresse par les moyens que nous avons indiqués.

Jusqu'ici les horlogers se sont servis d'un moyen semblable, mais qui n'était pas aussi

sûr. Ils prennent une pointe de cuivre, une grosse épingle, par exemple, ils l'appuient sur le support du tour et approchent la pointe des ailes du pignon ; mais n'ayant aucun moyen pour fixer la distance d'une manière invariable, le tact n'est pas assez sensible pour opérer avec justesse. Feu Bréguet s'extasiait devant ce petit outil. « Ce n'est rien que cet » instrument, nous disait-il, mais il est une » preuve irrécusable du talent de l'ouvrier » qui a reconnu l'importance de ce point fixe ; » je le mettrai à profit et je le ferai exécuter » dans mes ateliers. »

2° *Nouveau tour à rouler les pivots.*

Un bon tour à rouler les pivots est un instrument des plus précieux, dans un siècle surtout où l'horlogerie est poussée à un point de perfection étonnant ; les trous pratiqués dans les deux poupées pour y recevoir les pointes doivent être parfaitement vis-à-vis l'un de l'autre, et parfaitement en ligne droite dans toute leur étendue, de sorte que si l'on voulait faire passer une pointe d'une poupée dans l'autre, elle pût y glisser avec la même facilité que si l'un des trous ne formait que la continuation du même cylindre. Il faut ensuite que la partie de la pointe du tour, qui reçoit l'extrémité de l'axe opposée à celle qui porte le pivot sur lequel on doit travailler, se trouve parfaitement en ligne droite avec la petite coche pratiquée sur l'extrémité de l'autre pointe parallèlement à l'axe de

cette pointe; car, lorsque cela n'a pas lieu, ou le pivot est coupé par le pied, ou il est conique, ou bien il casse pendant qu'on le roule.

M. *Vallet* a remédié à tous ces inconvéniens par la construction du tour que nous allons décrire. La *fig.* 3 (Pl. VI) représente cet instrument de face, fixé dans l'étau par la patte A. Les deux poupées B, C, ne diffèrent pas des poupées des tours à pivots ordinaires; elles portent les deux pointes D, E, qui sont fixées dans la position convenable par les vis F, G, qui appuient sur les coussinets H, H, comme dans les tours ordinaires. Chaque poupée porte une branche I, K, dont on va voir l'usage. Chaque broche du tour porte une espèce de roue L, J, divisée en douze grosses dents, et les deux broches I, K, entrent juste dans l'espace vide laissé par deux dents, afin de fixer parfaitement la pointe du tour de manière qu'elle ne puisse pas tourner sur elle-même, pendant que la vis supérieure F, ou G, l'empêche d'avancer ou de reculer.

La pointe D, est terminée, du côté de l'intérieur du tour, par une rondelle d'acier M, fixée par une forte vis sur le bout de cette pointe. Cette plaque M, est percée d'un trou vers l'extrémité d'un de ses diamètres. Ce trou, qui est parfaitement cylindrique et parallèle à l'axe, reçoit une broche P, qui sert d'abord à marquer les trous correspondans dans la rondelle N, dont nous allons bien-

tôt parler, et à supporter ensuite une des extrémités de l'axe à l'autre extrémité duquel se trouve le pivot qu'on veut rouler.

La broche P, entre cylindriquement et très-juste dans le trou de la rondelle M; sa partie extérieure est conique et en pointe très-aiguë. Elle est trempée et ajustée après sa trempe et son recuit bleu. Lorsqu'elle a servi à marquer sur la rondelle N, les douze trous dont nous parlerons dans un instant, on lime sa pointe légèrement, et l'on perce au centre un petit trou, peu profond, qui sert ensuite à recevoir l'extrémité de l'axe de la pièce qui porte à son autre extrémité le pivot qu'on veut rouler.

L'autre pointe E, porte entre les deux poupées deux pièces N, O, dont il est important de connaître la construction. La partie de la pointe cachée par les deux pièces N, O, est tournée cylindriquement, comme un pivot plus petit que la pointe, mais assez gros pour recevoir un trou taraudé et une forte vis. La rondelle O, est un manchon qui couvre en entier l'espèce de pivot dont nous venons de parler. La rondelle N, n'a qu'un trou de la grosseur de la vis qui consolide le tout et dont la tête est noyée dans l'épaisseur de cette même rondelle; car elle pourrait gêner, dans certains cas, si elle débordait.

La rondelle N, a dans son pourtour douze coches plus ou moins grandes et plus ou moins profondes, selon la grosseur des pivots qu'on doit rouler. Ces coches doivent être

faites avec soin; elles doivent être pratiquées bien parallèlement à l'axe de la pointe et être parfaitement demi-circulaires.

Pour faire ces coches de manière à ce qu'elles soient bien vis-à-vis de la broche P, il faut se rappeler que nous avons dit que cette broche est d'abord pointue et parfaitement aiguë. La pointe D, est engagée dans la broche I, par une dent de la roue J; la broche E, est de même engagée par une dent de la roue L, avec la broche K; on frappe sur la tête de la broche D, dont la vis de pression F, n'est pas serrée, et l'on marque un point sur la rondelle N. On change la roue L, de place, et, par cette raison, la pointe E, tourne d'un douzième; on marque un autre point, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on ait marqué les douze points. On perce à chaque point un trou bien parallèlement à l'axe, avec des forets proportionnés à la grosseur des pivots qu'on veut y rouler. Ces trous faits, on lime la rondelle N, à facettes, de manière qu'on enlève la moitié du cylindre que ce trou a formé, en faisant en sorte que le plan de cette facette soit perpendiculaire au plan vertical qui passerait par l'axe de la pointe, et que la coche qu'a formée le trou découvert, divise cette facette en deux parties égales. On sent combien il faut porter d'attention pour arriver à une parfaite exécution, mais cela est indispensable pour avoir des résultats parfaits.

La rondelle O est limée à facettes parallè-

les à l'axe de la pointe ; elle porte douze facettes, d'autant plus ou moins distantes de cet axe que le pivot devant lequel elles se trouvent doit être plus fin ou plus gros. Le milieu de chaque facette doit correspondre au milieu de la coche devant laquelle elle se trouve. Ces facettes sont destinées à soutenir la lime à pivot ou le brunissoir, qui doivent s'appuyer parfaitement sur elles, de manière que la lime soit parallèle à l'axe, lorsque le pivot est terminé, de sorte qu'il se trouve parfaitement cylindrique.

### 3° *Nouveau compas à pivots.*

*Berthoud* avait démontré, dans son savant *Essai sur l'horlogerie*, de quelle importance il est dans la mesure du temps par les machines de distribuer la grosseur des pivots dans les montres de manière que les roues qui ont le mouvement le plus accéléré aient les pivots les plus fins. Il a indiqué les règles à suivre pour trouver d'abord la grosseur des pivots de la pièce d'échappement, et successivement de toutes les roues qui s'éloignent de plus en plus de cette pièce, et qui sont de plus en plus gros qu'ils s'en éloignent davantage. Ce savant horloger avait proposé un instrument pour arriver à ce but; mais on n'en fut pas satisfait, et il fut abandonné.

M. *Vallet*, pénétré de l'importance d'un instrument de cette nature, a parfaitement réussi dans la construction de celui qu'il a imaginé, et dont voici la description.

La *fig.* 4 (Pl. VI) représente cet instrument en élévation. La *fig.* 5 le montre à vue d'oiseau; la *fig.* 6 en fait voir le mécanisme. Les mêmes lettres désignent les mêmes objets dans ces trois figures.

La machine ressemble à une boîte de montre A, A, portée par trois pieds B, B, B, afin de l'élever au point convenable pour la commodité du travail. Le mécanisme est caché par un cadran C, divisé en 360 parties égales, numérotées de dix en dix, que parcourt une aiguille très-légère D, pour indiquer l'ouverture du compas. Le tout est recouvert par une glace convexe E, comme un verre de montre. Sur le côté, on aperçoit deux arcs de cercle F, R; R, G, qui sont les branches formant la pièce du compas, en acier poli, qui ne s'éloignent que lorsqu'on passe un corps quelconque entre eux. L'instrument est si sensible qu'un cheveu suffit pour faire écarter une des branches, et aussitôt l'aiguille indique, sur le cadran, le diamètre de ce cheveu.

L'instrument est construit de manière que, lorsqu'on écarte la branche mobile de trois lignes du pied de roi, l'aiguille a parcouru toute la circonférence du cercle du cadran; par conséquent, une ligne se trouve divisée en 120 parties égales, avec une exactitude mathématique.

La *fig.* 6 montre le mécanisme à découvert, lorsqu'on a ôté le cadran. Une des branches G, du compas est fixée dans la boîte, par une

vis H, et deux pieds. L'autre branche F, est mobile; elle porte au dedans de la boîte un bras de levier K, dont le centre de mouvement est au point I. Ce bras de levier est rivé à un axe vertical qui se meut sur deux pivots bien faits qui roulent dans la platine et dans le pont S. Ce même axe porte un râteau L, dont les dents N, engrènent dans les ailes d'un pignon M, de 14 dents, dont les pivots sont portés aussi par la platine et par un pont. Un ressort spiral O, assez fort pour ramener tout ce léger mécanisme à sa place, est fixé par un bout sur une virole portée par le pignon M, et est engagé par l'autre bout dans un piton P. Le tout est disposé de manière que lorsque les deux branches du compas se touchent, l'aiguille D doit se trouver sur 360.

Pour connaître la grosseur du pivot qu'on veut faire, on le passe entre les deux branches du compas au point R, et on le diminue jusqu'à ce que l'aiguille indique le point auquel on veut s'arrêter. Afin de donner au compas la plus grande facilité pour s'ouvrir dès qu'on présente le pivot on amincit imperceptiblement et en prenant de loin le bout de la branche fixe, de sorte que l'épaisseur de la branche mobile du compas dépasse un peu celle qui est fixe. Alors en appuyant le pivot contre la branche mobile elle s'ouvre sans aucune résistance.

*4° Compas propre à tourner des tiges parfaitement cylindriques.*

Dans la construction de son compas à rouler les pivots, M. Vallet a connu toute la difficulté qu'on éprouve pour tourner des tiges parfaitement cylindriques, à l'aide des calibres à pignon dont on se servait exclusivement jusqu'à lui. L'invention de son compas à pivot que nous venons de décrire lui suggéra l'idée d'en faire l'application pour tourner les tiges cylindriquement.

Les *fig.* 7 et 8 (Pl. VI) suffisent pour faire concevoir cet instrument utile. La *fig.* 7 montre l'outil de face : une plaque A, A, en laiton bien écroui, dont la figure indique la forme, montre, dans la partie supérieure, un limbe divisé en parties égales, marquées de 5 en 5 par des chiffres bien apparens. Cette plaque est d'abord tournée ronde, on la dégage ensuite pour lui donner la forme que présente la figure. Au centre de l'outil est placée une aiguille *a*, qui marque sur le limbe *b*, les degrés d'ouverture du compas. Cette aiguille est fixée sur l'extrémité du pivot d'une tige d'acier qui est en cage sur le derrière de l'outil, entre la plaque A, qui le constitue, et un petit pont fixé sur cette plaque par une vis et deux pieds.

Sur le prolongement du pivot supérieur est ajustée à frottement dur une virole qui reçoit le bout intérieur du petit ressort spi-

ral *d*, et par-dessus l'aiguille *a*, est aussi placée à frottement dur.

Deux jambes du compas, construites comme celles du *compas à pivot*, sont représentées par la *fig.* 8, sur une échelle double; la jambe G, est absolument semblable à celle du compas, *fig.* 6; elle est fixée de même. L'autre jambe F, diffère un peu de celle du compas à pivot; elle ne porte pas de crémaillère; mais son second bras de levier H, porte le piton de spiral, ou pour parler plus correctement, est percé parallèlement à la plaque pour faire fonction du piton. La seconde jambe de cet outil est portée, comme celle du compas à pivots, par un petit axe et deux pivots, dont un roule dans la plaque, et l'autre dans le pont D.

On conçoit actuellement le mécanisme de cet instrument. Lorsqu'on présente le point R, en contact avec une tige placée sur le tour, les deux jambes de l'outil se séparent, le ressort spiral est amené sur la gauche, il fait marcher l'aiguille sur le limbe et marque le degré d'ouverture. En promenant l'outil tout le long de la tige, on connaît exactement la différence et l'on corrige les inégalités.

Au haut de cette plaque, on rive un bouton E, godronné, qui sert à la tenir entre les doigts pendant que l'on opère.

### § II. — *Outils spéciaux de M. Vallet.*

Les ouvriers qui s'occupent de l'échappement à cylindre réclamaient depuis long-

temps des outils de diligence et de précision qui leur donnassent la certitude d'une régularité parfaite dans la confection des dents de la roue de cylindre. M Vallet sentit que cet échappement ne peut contribuer à donner à la montre une marche régulière qu'autant que toutes les parties qui le composent sont exécutées avec une exacte précision.

L'on s'était déjà attaché à perfectionner les cylindres, c'était beaucoup; mais l'on n'avait pas pris la même précaution pour la roue. On avait regardé jusqu'alors les outils imaginés par le célèbre *Ferdinand Berthoud* comme suffisans pour remplir le but qu'on désirait d'atteindre; mais on n'avait pas assez réfléchi à toutes les conditions qu'exigent toutes les parties de la dent de la roue qui doit se trouver toujours en parfaite concordance avec le cylindre.

M. Vallet sentit 1° que le plan incliné de chaque dent doit être dans chacune parfaitement égal, afin que les levées soient constamment les mêmes; 2° que les dents doivent être toutes d'une longueur parfaitement égale, afin que les chutes soient invariablement les mêmes; 3° que le derrière de chaque dent soit un plan incliné, afin de donner à chaque dent la même épaisseur vers la pointe, de manière que chacune n'exerce sur les deux surfaces du cylindre que le même frottement qui doit être égal partout; 4° enfin, que les petites colonnes qui supportent les dents soient toutes égales et bien polies afin que le

cylindre ne puisse jamais, dans aucun cas, les atteindre, ce qui présenterait la plus grande irrégularité dans la marche de la montre.

Ce sont ces outils que nous avons nommés *spéciaux*, parce que leur usage est spécialement consacré à la perfection des roues de cylindre. Ce sont ces outils que nous avons fait graver dans la Pl. VI, que nous allons décrire.

1° *Outil à incliner également les dents des roues de cylindre*, Pl. VI.

La *fig.* 9 représente l'outil vu en élévation et de profil, du côté *a*, *b*, de la *fig.* 10.

La *fig.* 10 montre le même outil, vu de face, du côté de l'ouvrier pendant le travail.

La *fig.* 11 est l'élévation et le profil du même outil, vu du côté *c*, *d*, de la *fig.* 10.

La *fig.* 12 montre le même outil, vu de face, du côté opposé à l'ouvrier.

La *fig.* 13 est le même outil, vu par-dessus ou à vue d'oiseau.

Les mêmes lettres indiquent les mêmes pièces dans ces cinq figures.

Cet outil est tout en cuivre jaune, à l'exception des vis et de quelques pièces que nous indiquerons.

Le bâti A, A, a une forme à peu près carrée; il porte une ouverture L, L, L, L, dans laquelle se meut une pièce de même forme, de même épaisseur que le bâti, mais pas aussi longue que l'entaille, pour lui donner la facilité de monter et de descendre lorsqu'elle

y est contrainte par la vis de rappel G. Les quatre bandes d'acier *f, f, f, f,* dont deux sont fixées sur le devant et deux sur le derrière de l'outil, chacune par deux vis, forment la coulisse entre laquelle se meut la pièce B. Cette pièce B, que M. *Vallet* nomme chariot, porte un pont M, à l'extrémité duquel est rivée une poupée N, qui reçoit une petite pointe de tour P, qu'on fixe au point convenable par la vis de pression O. Ce pont est fixé sur la plaque B, par deux vis de pression et un ou deux pieds.

Le chariot B, porte sur son autre face (*fig.* 11, 12 et 13) une plaque Q, sur laquelle est rivée une autre poupée R, qui reçoit la pointe T, qu'on fixe par le moyen de la vis de pression S. Il serait superflu de dire que les deux pointes P, et T, doivent être parfaitement vis-à-vis l'une de l'autre, comme nous l'avons expliqué pour le tour à rouler les pivots, pag. 254, et qu'on perce au bout de chaque pointe un petit trou peu profond, pour recevoir le bout des deux pivots de la roue de cylindre. Ces deux pointes sont en acier.

Le bâti de l'outil A, A, porte une crémaillère D, et une roue d'engrenage E. Sous la crémaillère D, on a pratiqué, dans le bâti, une ouverture horizontale et longitudinale qui reçoit juste une pièce rectangulaire rivée avec la crémaillère. Le tout est fixé par une vis *g*, qui traverse : 1° une plaque d'acier qu'on voit au-devant de la crémaillère; 2° la crémaillère et la pièce rectangulaire;

et 3° une autre plaque d'acier J (*fig.* 12), qui sert d'écrou. Par ce moyen, la crémaillère peut prendre un mouvement de translation à droite ou à gauche, selon qu'elle y est forcée par la roue d'engrenage E, qu'on fait mouvoir par le bouton F.

Le châssis de la crémaillère porte, dans la partie supérieure, une pièce d'acier C, U, que M. *Vallet* appelle *argot;* elle se meut circulairement sur la vis *h*. Cette pièce a la forme que l'on voit dans la *figure;* elle est amincie dans la partie qui approche des pointes du tour depuis C, comme l'indiquent les lignes ponctuées. Cet *argot* passe entre deux pièces d'acier trempées dur, dont l'une I, I, fixée sur l'épaisseur du bâti A, A, par deux vis, et l'autre V (*fig.* 13), en forme de pont, est fixée sur la première pareillement par deux vis.

Au-dessus de la pièce I, I, est placée une petite pièce d'acier H, portant un petit talon relevé, comme on le voit (*fig.* 10). Cette pièce porte un trou oblong (*fig.* 13), et est fixée par une vis. On peut l'avancer ou la reculer à volonté, à l'aide d'une cheville qu'on aperçoit dans le trou, et qui ne lui permet pas de tourner. Cette pièce sert à retenir la lime qui, si elle était libre, pourrait gâter la dent qui suit celle sur laquelle on travaille.

Cet outil se place sur le tour à pointes ordinaire. Les pointes de ce tour entrent dans les trous *m*, et *n*, que l'on voit sur les deux profils (*fig.* 9 et 11). Ces deux trous doivent être placés aux deux extrémités d'une ligne

droite parallèle à la surface supérieure du bâti *a*, *c*.

Cela bien entendu, voici comment on opère. On appuie le doigt sur la queue U, de l'*argot*, pour le faire relever, après avoir mis l'outil en place sur le tour; on met la roue de cylindre entre les deux pointes P, T, et l'on approche la face de manière qu'elle touche légèrement le chariot B, qu'on élève afin que la roue appuie une plus grande partie de sa circonférence sur lui, et soit mieux maintenue. Ensuite l'on avance ou l'on recule l'*argot* de manière qu'il soutienne la dent, et la relève plus ou moins, pour former le plan plus ou moins incliné. Tout étant ainsi disposé, on lime toute la partie qui dépasse les pièces I et V, et l'on passe à une seconde dent sans rien bouger, excepté l'*argot*, qu'on dégage de la dent sur laquelle on vient de travailler, et que l'on engage sous la suivante. On est parfaitement assuré alors que toutes les dents auront la même inclinaison.

2° *Outil à deux usages :* 1° *à mettre les dents ou les marteaux d'une longueur égale;* 2° *à former l'inclinaison du derrière de la dent.*

L'outil que nous allons décrire est pareillement en laiton, à l'exception des vis, et de quelques pièces qui sont en acier et que nous désignerons.

Les *figures* 14, 15 et 16 (Pl. VI) représentent l'outil de grandeur naturelle, et dans trois positions différentes.

La *fig.* 14 le montre de manière à faire voir le petit tour en face.

La *fig.* 15 le montre à vue d'oiseau, lorsqu'il est placé dans l'étau et prêt à travailler.

La *fig.* 16 le fait voir de face, dans l'étau, tel qu'il se présente à l'ouvrier pendant le travail.

Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans les trois figures.

Le bâti A, de l'outil, présente, dans sa partie inférieure, une rainure verticale dans laquelle glisse un chariot B, qui peut monter et descendre à volonté par la vis de rappel C.

La partie B, de ce chariot porte une rainure horizontale dans laquelle se meut un autre chariot F, qui avance ou recule pour s'approcher ou s'éloigner du bâti A, par le moyen de la vis de rappel E, et est fixé au point convenable par l'écrou K, qui presse la pièce *a*, contre la partie inférieure du chariot B, en attirant la pièce F, qui appuie sur la partie supérieure de la même pièce B. Le chariot F, a sa partie supérieure à fourchette M, dans laquelle est reçu un tenon M, qui fait partie du petit tour D, D.

Ce petit tour D, D, a deux poupées, dont les pointes sont en acier, construites comme dans le petit tour que nous avons déjà décrit dans l'outil précédent (pag. 265). Les vis de pression R, S, servent à les fixer. La vis qui appuie contre le bâti de l'outil sert à approcher ou à éloigner les pointes de ce bâti, selon que le cas l'exige.

Le bâti est surmonté d'une pièce épaisse d'acier H, qui porte un talon T, indiqué dans la *fig.* 16. Cette pièce est trempée dur, et tient sur le bâti par deux fortes vis (*fig.* 15). On voit (*fig.* 14) que cette pièce H, est entaillée pour laisser passer dans cette ouverture les dents de la roue, et un petit support en acier, I, I, (*fig.* 16), qu'on fait mouvoir par la vis de rappel J. C'est sur ce petit support que repose la dent de la roue pendant le travail.

Tout cela bien compris, voici comment on opère dans les deux cas.

*Pour former l'inclinaison du derrière de la dent.*

Cette opération se fait de la manière suivante. On place la roue entre les pointes du petit tour D, D, dans le sens convenable, son champ passant dans l'entaille I, afin que, la dent appuyant, par son talon, sur le petit support I, la roue présente le derrière de la dent vers la surface supérieure de la pièce d'acier H, c'est-à-dire qu'il faut que le plan incliné formé par le premier outil (décrit *fig.* 9, 10, 11, 12 et 13) repose sur le petit support I. Alors, à l'aide de la vis de rappel C, on élève le tour, et on l'incline au point convenable par la vis G.

Ce préalable rempli, on examine le marteau dont la pointe présente le moins de surface; on élève la roue jusqu'à ce que la lime, guidée par la plaque d'acier H, atteigne cette surface, et, faisant passer successivement toutes les dents, on rend cette pointe partout

d'une épaisseur égale, et le derrière de toutes les dents se trouve également incliné.

*Pour mettre les dents ou marteaux d'une longueur égale.*

On place la roue de cylindre sur le petit tour, entre les deux pointes P, Q, dans le sens inverse de celui que nous avons indiqué plus haut; on éloigne le tour D, D, par la vis G, de manière que la dent appuie par son talon sur le petit support I, la pointe de la dent ou du marteau en l'air. Alors on fait passer toutes les dents successivement en éloignant ou rapprochant le tour, jusqu'à ce qu'on ait rencontré la plus courte, qui affleure la surface supérieure de la pièce d'acier H. Ce point trouvé, on fait passer successivement chaque dent sur le même support I, et on lime tout ce qui surpasse la pièce H : on est assuré pour lors que tous les marteaux sont de même longueur. La lime, pendant cette opération, n'a pas pu glisser contre la roue, puisqu'elle a été retenue par le talon saillant T.

3° *Outil à polir les colonnes des roues du cylindre.* ( Pl. VI. )

Cet outil est, comme les précédens, en cuivre, avec les exceptions déjà indiquées. Il est dessiné ici de grandeur naturelle. Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans les trois figures.

La *fig.* 17, montre l'outil en élévation, placé

sur l'étau, par sa patte G, et vu du côté de l'ouvrier.

La *fig.* 18 montre le même outil, vu par sa face opposée, afin de faire comprendre l'ajustement et l'utilité du support à chariot E, E, que la *fig.* 19 montre de face, lorsqu'on regarde l'outil par le bout H.

L'outil est un petit tour en l'air, dont le bâti comprend le corps du tour A, la patte G, la poupée B, qui porte la pointe d'acier C, qu'on fixe au point convenable par la vis I, et la seconde poupée ou lunette M, pour recevoir le collet de l'arbre H, L.

Cette lunette est formée de deux parties, dont l'une M, en cuivre, est du même morceau que le reste du bâti; et d'une seconde partie P, en acier, qui est fixée par deux vis sur la lunette M.

Le support à chariot E, E, H, est fixé sur le bâti de l'outil par les deux vis S, S, taraudées dans le bâti. Ces deux vis passent librement et sans jeu dans deux trous oblongs R, R, afin que la face H, E, *fig.* 19, qui se retourne à angle droit vers la lunette M, puisse s'approcher ou s'éloigner facilement de cette lunette par la vis de rappel F, lorsqu'on a lâché les deux vis S, S, qu'on fixe après que le chariot a été amené au point convenable, relativement à la roue sur laquelle on veut travailler.

Il n'est pas nécessaire sans doute de faire observer que les trous pratiqués dans la poupée B, dans la lunette M, dans la plaque d'a-

cier P, et dans la tête du chariot E, E, au point H, doivent être tous dans une même ligne droite perpendiculaire à la surface de la plaque P.

L'arbre du tour en l'air est en acier trempé; il ne s'étend, proprement dit, que depuis le point J, jusqu'à la pointe L, qui est reçue dans un trou pratiqué au bout de la pointe C. Cet arbre est conique dans la partie qui traverse la plaque P; dans tout le reste de sa longueur il est cylindrique, quoique de divers diamètres. L'arbre est percé dans son axe d'un trou cylindrique, dans une grande partie de sa longueur, à compter du point J. On a un assortiment de fraises cylindriques qui entrent juste, par leur manche ou tige, dans le trou de l'arbre, et y sont fixées par une vis de pression *a*. Un cuivrot N, en cuivre est placé sur l'extrémité de l'arbre en L, il est fixé par la vis de pression O.

La construction de cet outil bien conçue, voici comment on opère :

On place la roue de cylindre à plat contre la face du support à chariot au point H, à côté de la fraise; on éloigne ou l'on avance le support à l'aide de la vis de rappel F, jusqu'à ce que la base du cylindre qui forme la fraise arrive juste au-dessous de la dent, afin qu'elle ne laisse contre la dent aucune saillie ou aucune inégalité, et que cette dent paraisse posée bien à plat sur le sommet de la petite colonne qui la supporte. L'outil ainsi disposé, on met un archet à crin sur le cuivrot, et l'on

fait tourner d'une main la fraise, tandis qu'avec l'autre on dirige la roue de manière à former parfaitement et la petite colonne et l'ouverture qui a la forme d'un U, au-dessous de la dent ou marteau.

Il est incontestable que ces outils, simples et ingénieux, donnent la facilité de finir les roues de cylindre avec beaucoup de perfection et de célérité. Aussi les échappemens à cylindre, exécutés par cet habile horloger, sont d'une régularité extrême, et les montres auxquelles il les applique, finies par lui avec le même soin qu'il donne à l'échappement, sont de véritables *garde-temps*.

§ III. — *Levier imaginé par Ferdinand Berthoud, pour mesurer la force des ressorts des montres, et déterminer la pesanteur du balancier.*

Cet outil, que l'on voit en perpective, Pl. V, *fig.* 10, est décrit par Berthoud dans les termes suivans :

« La partie A est faite de deux pièces qui forment une mâchoire à peu près pareille à celle des leviers à égaliser les fusées, à cela près cependant qu'elle s'ouvre perpendiculairement à la branche C, afin que les différentes grosseurs des carrés de fusée changent le moins qu'il est possible le centre A du levier C. Le carré de la fusée entre dans le trou carré A; et au moyen des vis B, *b*, on serre cette mâchoire, en sorte que le carré de la fusée est entraîné avec le levier. La branche A,

C, du levier fait équilibre avec la boule D, lorsque le coulant E, F, est ôté.

» La branche C est graduée dans sa longueur, de manière que lorsque le coulant E, avec le poids F, qu'il porte, est placé à une division quelconque, comme 3, 7 ou 12 (1), etc., jusqu'à 25; on a le nombre de gros, ou huitième partie d'une once, qu'il faut placer en D, pour faire équilibre avec le poids F.

» Pour graduer cette branche, j'ai fixé la mâchoire A, sur le carré d'une fusée; ce carré était de moyenne grosseur; la fusée tournait librement dans sa cage, sans chaîne ni communication avec le ressort; dans cet état j'ai mis parfaitement d'équilibre la branche A, C, avec le poids D; j'ai suspendu en D, un petit plateau de balance, sur une petite rainure *d*, faite au tour avec la pointe d'un burin, de manière que sa distance, au centre A, du levier, est exactement de quatre pouces, et pour que le poids du plateau ne changeât pas l'équilibre, j'ai attaché à l'autre extrémité du levier C, une petite pièce de cuivre qui fit équilibre au petit plateau de balance. Cela ainsi préparé, j'ai remis le coulant E, et son poids F; ensuite j'ai mis un gros dans le plateau, et j'ai mené le coulant E, jusqu'à ce qu'il ait fait équilibre avec le poids d'un gros; j'ai tracé une division et marqué 1. Cela fait,

(1) L'emplacement que nous a laissé la planche ne nous a pas permis de présenter ici la branche A, C, de toute sa longueur, double de celle que montre la figure, qui est gravée de grandeur naturelle.

j'ai ajouté dans le plateau 18 grains ou le quart d'un gros, et j'ai amené le coulant au point où il se trouvait en équilibre avec les poids de la balance; j'ai marqué une division qui ne s'étend que jusqu'au quart de la largeur de la branche, afin de désigner que c'est le quart d'un gros. J'ai ajouté ensuite 18 grains, et j'ai cherché de nouveau l'équilibre, pour marquer une division qui s'étend sur la moitié de la largeur de la branche, pour désigner un demi-gros. J'ai encore ajouté 18 grains, et ayant trouvé l'équilibre, j'ai marqué une division sur le quart de la largeur pour désigner trois quarts de gros. Ayant de nouveau ajouté 18 grains et trouvé l'équilibre, j'ai marqué la division 2, sur toute la largeur de la branche, pour désigner que c'est 2 gros; et ainsi ajoutant de suite des quarts de gros, j'ai gradué la branche dans toute sa longueur.

» On voit, par la construction de cet instrument, que si on l'adapte sur le carré d'une fusée montée dans sa cage, avec le ressort et la chaîne, et que pour faire équilibre avec le ressort, on mène le coulant E, sur une division quelconque, 5, par exemple, ce nombre désignera la force du ressort, c'est-à-dire qu'il fait équilibre avec 5 gros situés à quatre pouces du centre de la fusée; car la force du ressort représente ici les poids qui étaient placés dans le plateau de la balance. »

Nous avons parlé de cet instrument, Chap. VIII, page 179, lorsque nous avons in-

diqué le moyen de trouver, par le calcul, le poids d'un balancier.

### § IV. — *Perfectionnement de l'outil à finir les dentures.*

Nous n'avons pas eu l'intention (Pl. V, *fig.* 11, 12, 13, 14, 15 et 16) de décrire ici la machine à égaliser et à arrondir les dents des roues, c'est-à-dire à finir les dentures. Nous ne pourrions la faire bien comprendre qu'à l'aide de beaucoup de figures, que notre cadre ne nous permet pas d'employer. Nous supposons cette machine ingénieuse connue de tous les horlogers, et ceux de nos lecteurs qui ne la connaîtraient pas, et qui désireraient en lire la description, la trouveront dans l'*Encyclopédie méthodique*, division des *Arts et métiers*, tom. III, au mot *Horlogerie*, avec beaucoup de figures et tous les détails désirables. Nous nous bornerons à décrire le seul perfectionnement que nous avons apporté à cet instrument précieux.

Ce perfectionnement consiste à avoir trouvé le moyen de substituer une lime R, *fig.* 11, plate sur une surface qui est la seule taillée, en lime très-douce, et dont l'autre surface a une forme ronde et polie. La petite figure *m*, indique la coupe transversale de cette lime. C'est cette lime R, que nous avons substituée à la lime Q, dont les finisseurs de dentures se servent habituellement, et dont la petite figure *n*, montre la coupe. Cette lime est représentée ici de grandeur naturelle; elle est

taillée sur les deux surfaces circulaires *a, b ; c, d,* avec une très-grande difficulté, de sorte que leur prix en est excessif; elles coûtent jusqu'à 6 francs pièce, lorsqu'elles sont bien bonnes, et, quelque quantité qu'on en ait, on n'est jamais assuré d'en être suffisamment assorti. Les limes dont nous nous servons sont très-faciles à fabriquer; cinq à six au plus peuvent suffire pour un assortiment complet, elles ne varient que par la largeur; et l'on pourra se procurer ce qu'on peut faire de meilleur dans ce genre, pour 50 centimes la pièce.

On sent que, voulant nous servir d'une lime plane pour arrondir les dentures à l'aide d'une machine, il faut qu'elle puisse imiter la main de l'ouvrier qui se sert d'une lime semblable pour arrondir les dentures à la main. Cet ouvrier doit par conséquent lui imprimer simultanément un mouvement de va-et-vient et un mouvement à peu près demi-circulaire. Ces deux mouvemens sont difficiles à obtenir tout à la fois; et ce n'est que par une grande habitude que l'ouvrier y parvient, lorsqu'il n'emploie aucune machine : aussi cette opération est-elle rarement exécutée avec régularité.

Pour parvenir à faire prendre à la lime ces deux mouvemens indispensables, et en nous servant de la machine ordinaire à finir les dentures, nous employons un mécanisme que nous plaçons sur la *main,* qui porte la lime à arrondir, afin d'imprimer à cette dernière

un mouvement demi-circulaire et alternatif, par l'impulsion de va-et-vient que l'ouvrier donne nécessairement à la *main*. Nous ne changeons rien au reste de l'instrument.

Comme ce mécanisme est peu connu, qu'il n'existe que dans un seul outil à dentures, que nous l'avions exécuté pour notre usage, et dont l'horloger qui s'en sert aujourd'hui est très-satisfait, nous devons le décrire avec quelque détail.

La *fig.* 13 représente la coupe de la main, prise sur le milieu de sa longueur.

La *fig.* 12 montre le dessus de la main qui porte la lime à arrondir. Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans ces deux figures.

La roue A, a onze dents; elle est taillée en rochet, et retenue par le valet B, qui est continuellement poussé entre deux dents par le ressort C. Cette roue est mue par une cheville à pied de biche, placée sur la partie supérieure de la machine; elle traverse la main par l'entaille D, et vient rencontrer la dent de la roue. Cette cheville s'incline lorsque la main va en avant, et résiste lorsque la *main* va en arrière; c'est alors seulement que la roue tourne.

Les détails de la cheville à pied de biche sont indiqués par la *fig.* 14.

Le nombre des dents de la roue A, paraît, au premier coup d'œil, arbitraire; cependant si l'on fait attention à l'effet qu'elle doit produire, on s'apercevra aisément qu'il est avan-

tageux que le nombre de ses dents soit impair. En second lieu, le nombre 11 paraît assez convenable, afin que la cheville à pied de biche ne puisse rencontrer qu'une seule dent, et que le mouvement de rotation de la lime se fasse d'une manière pour ainsi dire insensible.

La règle E, F, a son centre en E; elle est mue par une cheville H, qui est fixée verticalement sur le rochet A, et qui entre dans l'entaille G, G, de cette règle. Cette cheville, à mesure que la roue tourne, procure à la règle un mouvement alternatif de va-et-vient de droite à gauche et de gauche à droite. Le centre E, du mouvement de cette règle peut s'approcher ou s'éloigner à volonté de la roue A, au moyen de la vis de rappel L, qui fait mouvoir la pièce I, dans la coulisse K, K, qui est fixée sur la *main*. En approchant ou en éloignant le centre E, de la roue A, on fait décrire à l'extrémité de la règle M, un plus grand ou un plus petit arc, et l'on donne, par ce moyen, à la lime, un mouvement de rotation plus ou moins grand, selon que cela est nécessaire dans les diverses opérations de l'arrondissage des dentures, ainsi qu'on va le voir dans un instant.

Cette règle E, F, porte à son extrémité, un râteau M, dont les dents sont par-dessous, afin qu'elles engrènent dans le pignon U, dont l'axe porte la lime à arrondir. Un des pivots de ce pignon roule dans le pont T, l'autre traverse le pont V, et sort pour porter carré-

ment l'appareil X, Y, qui porte lui-même la lime Z. La vis *a*, de pression sert à fixer l'appareil sur la partie carrée de l'axe du pignon. La vis *b*, de rappel sert à faire monter ou descendre le dossier Y, dans lequel la lime est fixée par son extrémité, comme dans un manche, par la vis de pression *c*. La vis de rappel *b*, sert à rapprocher ou à éloigner la lime de l'axe du pignon, selon que l'exige l'un des trois cas qui peuvent se présenter dans l'arrondissage, comme on le verra plus bas.

Le nombre des dents du râteau M, est arbitraire, il doit être relatif au nombre de dents que l'on donne au pignon. Il est tel qu'il puisse faire faire, dans son mouvement, plus d'un demi-tour au pignon.

Le râteau porte deux ponts; l'un Q, qui est fixé par deux vis; l'autre est un plot rivé qu'on voit auprès de la lettre G; entre ces deux ponts on aperçoit un cylindre P, dont les pivots roulent dans ces deux ponts: voici l'utilité de ce cylindre. Le râteau est à l'extrémité de la règle E, F, si flexible par rapport à sa longueur, qu'il désengrènerait, si nous n'avions pas pris la précaution de le couvrir par un pont S, qui le retient dans l'engrenage, et le cylindre P, est placé sur le râteau pour diminuer le frottement.

La *fig.* 14 représente séparément la cheville à pied de biche, qui sert à mettre en jeu tout le mécanisme; elle est fixée sur le bâti de la machine à finir les dentures, au-dessous de la *main*. Le bout A, de la cheville passe

par l'ouverture longitudinale D, de la *fig.* 12, pour faire tourner la roue à rochet. Cette cheville est à charnière au point E, *fig.* 14, et ne peut avoir aucun mouvement en arrière, parce que la queue B, appuie sur la partie solide de l'outil, et est toujours tenue dans cette position par le ressort C. Lorsque la lime recule, une dent du rochet rencontre la cheville par-devant, celle-ci est immobile, et la dent est forcée de reculer. Lorsque la lime avance au contraire, sa cheville touche la dent du rochet par-derrière, elle s'incline, le rochet ne bouge pas, et lorsque la cheville est passée sous la dent, elle se redresse, et elle est ramenée de suite à sa position naturelle par l'action du ressort C. On voit en F, F, et par arrachement, une partie du bâti de la machine ordinaire à finir les dentures.

Voici la manière de faire usage de cette nouvelle main. Lorsqu'on a conduit la denture jusqu'au moment de l'*arrondissage*, c'est-à-dire qu'elle a été bien égalie à la machine à dentures, on pose notre main sur l'outil, après avoir placé la cheville et l'avoir fixée par la goupille E, *fig.* 14, et en face de la roue à arrondir : on choisit une lime dont la largeur embrasse facilement deux dents, sans toucher à d'autres pendant son mouvement demi-circulaire, et au moyen de la vis de rappel *b*, (*fig.* 13) on approche ou on éloigne la lime jusqu'à ce qu'elle puisse arrondir exactement la moitié de chaque dent; et l'on conçoit facilement

que lorsque la roue a fait un tour, toutes les dents sont arrondies.

Il serait possible, avec la même machine, d'arrondir chaque dent tout d'un coup, et par un seul mouvement de la lime, tandis que, par l'opération précédente, on arrondit chaque dent en deux fois; mais alors il faudrait se servir d'une lime assez étroite pour que, dans son mouvement demi-circulaire, elle ne pût pas aller atteindre les deux dents adjacentes. On obtiendrait, par cette opération, un arrondissage circulaire; mais cette forme serait mauvaise, et ce n'est pas le but qu'on se propose.

Il est prouvé que les dents des roues doivent être arrondies en *épicycloïde.* (*Voy.* pag. 97.) Jusqu'ici on n'a pas pu être assuré, dans la pratique, d'avoir obtenu cette forme exacte et convenable à chaque espèce d'engrenage; il a fallu se contenter de celle qui en approche le plus. La courbe que nous donnons, à l'aide de la *main* que nous venons de décrire, s'en écarte si peu, que, sans erreur peu sensible, on peut la prendre pour elle. Il sera peut-être possible, en perfectionnant notre nouvelle *main,* de donner aux dentures la forme rigoureusement requise : jusqu'à présent nos tentatives sont restées infructueuses.

Si la forme du pignon, ou la position de la roue, exigeait que la denture fût encore plus en *grain d'orge,* pour nous servir de l'expression des ouvriers, alors il faudrait que la lime embrassât trois dents au lieu de deux, et l'on

prendrait les mêmes précautions indiquées dans le premier exemple.

La *fig.* 16 indique la marche de la lime dans les trois cas que nous venons de parcourir. Il faut faire attention que, plus la lime à arrondir embrasse de dents dans sa marche, plus l'arc qu'elle décrit doit être grand. Pour le démontrer, soient les trois circonférences GHI, AEF, DBC, dont la première embrasse une dent, la seconde deux, et la troisième trois. Il est évident que, lorsque les rayons embrassent trois dents, ils forment un angle plus grand que lorsqu'ils n'en embrassent que deux, et encore moins lorsqu'ils n'en embrassent qu'un; car cet angle, qui a son sommet hors de la circonférence au point K, a pour mesure la différence de la moitié de l'arc convexe à la moitié de l'arc concave compris entre les rayons. Cette différence augmente avec le nombre de dents embrassées, c'est-à-dire que l'arc convexe va en augmentant, pendant que l'arc concave va diminuant, puisqu'ensemble ils font toujours la circonférence entière décrite par le mouvement de la lime.

Puisque la lime à arrondir décrit un arc d'autant plus grand qu'elle embrasse un plus grand nombre de dents, on ne pouvait pas lui donner une marche constante; il était donc important de lui faire décrire des arcs plus grands ou des arcs plus petits, selon les différens cas. C'est ce que nous avons obtenu en rendant le point E, (*fig.* 12 et 13) cen-

tre de mouvement de la crémaillère E, F. La *fig.* 15 va nous servir à démontrer cette vérité.

Soit supposé C, D, égal au diamètre du cercle décrit par la cheville H, (*fig.* 12), qui fait mouvoir la règle qui porte la crémaillère; supposons que A, soit le centre de la règle; A E, A F, les deux rayons de l'arc décrit par la règle, dans son mouvement de va-et-vient, lesquels passent par les deux extrémités du diamètre C, D; le râteau décrira donc l'arc E, F. Si nous transportons le centre en B, le diamètre C D, étant toujours constant, les rayons B G et B F, qui passent par les points C et D, renfermeront l'arc G F, décrit par la règle; et cet arc est la mesure de l'angle formé par la règle lorsque son centre est au point B; mais cet arc G F, qui est la mesure de l'angle G B F, est plus petit que l'arc E F, qui est la mesure de l'angle E A F. Donc l'arc décrit par l'extrémité de la règle est d'autant plus grand que son centre s'approche plus du centre de la roue qui porte la cheville H, et d'autant plus petit qu'il s'en éloigne davantage; mais plus l'arc décrit par le râteau sera grand ou petit, plus la marche du pignon dans lequel il engrène sera grande ou petite, et par conséquent plus l'arc décrit par la lime sera grand ou petit. La main (*fig.* 12) ne peut donc pas se passer du mécanisme désigné par les lettres I, K, K, L.

Le tâtonnement pour trouver le point juste

indispensable pour obtenir le genre de denture qu'on désire, n'exige pas beaucoup de temps : l'expérience nous a appris qu'il en faut beaucoup moins que pour chercher, dans le système ancien, la lime à arrondir convenable, qu'on n'a pas toujours.

Dans les outils à finir les dentures, on n'a aucun régulateur qui présente la dent au point précis où la lime doit mordre. On se contente de la languette *a*, que la lime porte comme régulateur; mais si cette languette est trop épaisse ou trop mince, la lime mord plus d'un côté que de l'autre, et la roue n'est plus égale. Dans notre système on n'a même pas cette ressource, et nous avons reconnu qu'il nous fallait un régulateur certain. Le support (Pl. II, *fig.* 17), dont on se sert dans les outils à dentures déjà connus, nous a paru pouvoir être approprié à cet usage. Ce support entre à coulisse par ses deux bras A, B, dans la boîte qui glisse sur la branche du tour qui supporte la roue. La tige de la roue entre dans le trou D, de ce support, elle s'appuie contre le plan de la rondelle E; elle est gênée par-devant par une pièce qui vient s'appuyer sur l'autre surface.

C'est ce même support que nous avons un peu changé, et que la *fig.* 16 représente, dont nous avons formé notre régulateur. Il a la même forme; nous en avons seulement élargi les branches pour y adapter le régulateur. Les deux bras A, B, sont plus larges, afin d'y pratiquer plus facilement deux entailles C, D;

dans l'entaille D, se meut une pièce de laiton à coulisse, qui porte l'axe de l'alidade E, F, et qui peut monter ou descendre au moyen de la vis de rappel G, pour fixer les dentures des grandes ou des petites roues; l'entaille C, est pour recevoir le collet d'une vis dont la tête est par-derrière, afin d'empêcher le bout de l'alidade E, de s'éloigner de la plaque. L'alidade E, F, est droite, elle porte une boîte H, qui glisse sur sa longueur, et à laquelle est fixé le valet I; cette boîte se meut par une vis de rappel K, pour faire présenter à la lime, selon une position convenable, mais toujours diamétralement opposée à l'action de la lime, les dents qui doivent être arrondies. L'alidade est toujours poussée de bas en haut par le ressort L, qui presse contre une goupille M: l'on dégage le valet I, en appuyant avec un doigt sur la queue E, tandis qu'avec l'index on fait tourner la roue. Nous avons tracé cette pièce sur une assez grande échelle afin que toutes les parties en soient bien distinctes.

Il est facile d'appliquer ce même mécanisme à la pièce qui sert à supporter les roues de champ.

Nous fîmes insérer la description de cette machine, au mois de novembre 1803, dans les *Annales des arts et manufactures*, tome XV, page 119. En 1822, nous communiquâmes cette construction à feu Bréguet, qui ne la connaissait pas. Il l'approuva, et nous engagea à l'insérer dans le *Dictionnaire technologi-*

*que*, afin qu'elle fût plus répandue, et plus généralement connue des artistes. On la trouve, avec tous les détails nécessaires à sa construction et à ses usages, dans cet ouvrage, tome VI, page 441, au mot *Dentures*. Les artistes feront bien de consulter ces deux ouvrages. Le premier surtout fournit de plus grands détails que notre cadre ne nous permettait pas de donner dans le second.

## CHAPITRE XIV.

### DU RABILLAGE OU RACCOMMODAGE DES HORLOGES OU MACHINES A MESURER LE TEMPS.

L'art de rabiller ou de raccommoder les montres exige le même soin que pour les fabriquer, et l'horloger qui ne saurait pas exécuter une montre neuve serait, sans contredit, incapable de bien raccommoder celle qui se serait dérangée, ou dont quelque pièce aurait été cassée, ou se serait usée. Nous n'essaierons pas de décrire ici l'art du rabilleur, qui exigerait à lui seul une étendue considérable, et peut-être plusieurs volumes; encore ne serions-nous pas bien certain de ne rien laisser à désirer pour prévoir tous les cas qui pourraient se présenter.

Crespe, de Genève, a consacré un volume in-12 de 300 pages, pour parler seulement d'une seule sorte de montre à répétition, et il est loin d'avoir parcouru toutes les irrégularités qu'on peut rencontrer dans la pratique. Combien de volumes n'aurait-il pas été obligé

de faire, s'il eût voulu traiter, seulement avec le même détail, toutes les pièces d'horlogerie en montres, pendules, horloges, etc.? Nous ne pouvons donc embrasser ici que des généralités.

Sous ce point de vue, nous conseillerons à l'horloger rabilleur d'examiner chaque pièce de la machine à mesurer le temps qu'on lui présente, avec un soin scrupuleux; de s'assurer que les dents des roues sont bien égales, et parfaitement arrondies ainsi que les pignons; si les pivots sont bien cylindriques, bien polis, et si leur bout ne gratte pas sur l'ongle; si les trous ne sont pas trop grands, s'ils ne sont pas devenus ovales; si l'échappement, quel qu'il soit, est bien exécuté; si les roues ont entre elles les jours nécessaires pour ne pas frotter; si le balancier tourne bien horizontalement, et ne frotte sur aucune pièce; si le spiral est bien droit et bien plié de manière à ce que les spires ne frottent pas les unes sur les autres, sur la platine ou sur le balancier; si les engrenages sont bons, etc., etc., etc. Dans tous ces cas, ainsi que dans tous ceux que nous ne cherchons pas à énumérer, il doit réparer les défauts qu'il a remarqués, et rendre cette machine aussi parfaite que s'il venait de la construire avec soin. Alors il sera assuré que sa pièce marchera avec régularité.

Le nettoyage des machines d'horlogerie est plus difficile et demande plus de soins minutieux que ne le pensent les ouvriers ordinai-

res. Avec une brosse et du blanc d'Espagne ils frottent les pièces et enlèvent la dorure en peu de temps. Le blanc dont ils se servent remplit les dents, les ailes des pignons, et ils n'ont pas toujours soin de l'enlever, de sorte qu'il arrive souvent que la montre est plus sale lorsqu'ils la rendent qu'elle ne l'était lorsqu'on la leur a apportée. Comment prescrire à ces ouvriers des règles qu'ils regarderaient comme trop minutieuses, et auxquelles ils ne se soumettraient pas? Notre Manuel n'est destiné qu'aux bons ouvriers, et ceux-ci n'ont pas besoin de nos conseils sous le rapport du raccommodage; ils ne négligent aucun des moyens que l'art leur indique dans les constructions, et leurs travaux portent l'empreinte des soins qu'ils y ont mis.

Les mauvais ouvriers, au contraire, sont livrés à une routine perfide qu'ils ne cherchent pas à changer: ce n'est donc pas la peine d'écrire pour des aveugles et de parler pour des sourds. S'ils sont désireux d'apprendre, qu'ils lisent Berthoud, Lepaute, Crespe, et plusieurs autres auteurs qui leur ont dit tout ce qu'on peut leur dire.

## CHAPITRE XV.

### EXPLICATION DES FIGURES CONTENUES DANS LES SIX PLANCHES RENFERMÉES DANS CE VOLUME.

### PLANCHE I.

*Fig.* 1 et 2. Calibre de Berthoud pour une montre à roue de rencontre perfectionnée. Pag. 9 à 13.

*Fig.* 3. Développement de la montre à roue de rencontre perfectionnée par Ferdinand Berthoud, représentée sur une ligne droite. Pag. 13 à 17.

*Fig.* 4. Description de la construction de l'arbre de fusée perfectionné. Pag. 18.

*Fig.* 5, 6, 7, 8 et 9. Développement et détails de toutes les parties de la fusée. Pag. 18 à 19.

*Fig.* 10 et 11. Dispositions de toutes les pièces de la montre à roue de rencontre perfectionnée, placées dans la cage selon leurs véritables positions. Pag. 19 à 21.

*Fig.* 12 et 13. Détails de la potence et du lardon avec les plaques d'acier, d'après les perfectionnemens introduits par Berthoud, Sully, Leroi, etc. Pag. 23 à 24.

*Fig.* 14. Description de l'arbre du barillet avec la bride du ressort. Pag. 88 à 90.

*Fig.* 15. Calibre des montres à la Bréguet et à la demi-Bréguet. Pag. 24 à 25.

## PLANCHE II.

*Fig.* 1. Intérieur de la platine d'une montre à la demi-Bréguet, avec toutes ses roues, ses ponts, le balancier. Pag. 25 à 29.

*Fig.* 2. Extérieur de la même platine, sous le cadran, les ponts et le chariot pour régler l'échappement. Pag. 29 à 30.

*Fig.* 3. Construction de l'arbre de barillet à la demi-Bréguet. Pag. 30 à 32.

*Fig.* 4, 5, 6, 7, 8 et 9. Arbre de barillet et pont à la Bréguet, avec toutes les pièces qui le composent. Pag. 33 à 35.

*Fig.* 10. Description d'une montre à répétition, avec toutes les pièces de la cadrature. Pag. 42 à 55.

*Fig.* 11. Grand marteau de répétition portant la grande levée et les chevilles. Pag. 45 à 46.

*Fig.* 12. La grande levée du marteau des heures vue à part. Pag. 46 à 50.

*Fig.* 13. Chaussée d'une répétition avec son limaçon des quarts et la surprise. Pages 51 à 55.

*Fig.* 14 et 15. Montre à réveil, d'après les dernières constructions, avec les deux aiguilles pour la détente du réveil. Pag. 55 à 58.

*Fig.* 16 et 17. Régulateur de la nouvelle machine à dentures, par L. Séb. Le Normand. Pages 285 à 287.

## PLANCHE III.

*Fig.* 1 et 2. Horloge à pendule à sonnerie, à quarts et à répétition par le même rouage. Pag. 63 à 68.

*Fig.* 3. Description d'un nouveau moyen pour supprimer la fusée dans les montres sans altérer l'égalité de la force du ressort moteur. Pag. 76 à 88.

*Fig.* 4, 5 et 6. Divers arrêts de remontoir, pour suppléer au garde-chaîne. Pag. 90 à 93.

*Fig.* 7, 8, 9 et 10. Démonstration de la théorie des engrenages. Pag. 96 à 105.

*Fig.* 11, 12, 13, 14, 15 et 16. Démonstration et théorie de l'échappement à cylindre, avec le cylindre en acier. Pag. 109 à 112.

*Fig.* 17. Attirail en acier nommé *manivelle* pour supporter la *tuile* en rubis qui remplace le cylindre d'acier. Pag. 112 à 113.

*Fig.* 18. Forme de la roue à cylindre adoptée par Bréguet. Pag. 113 à 114.

*Fig.* 19, 20 et 21. Monture du cylindre en pierre par Bréguet. On voit dans la *fig.* 20 la forme qu'il donne aux pivots. Pag. 114 et 115.

*Fig.* 22. Démonstration de l'échappement de Dupleix. Pag. 115 à 117.

## PLANCHE IV.

*Fig.* 1, 2, 3 et 4. 1^er^ échappement de M. Pons de Paul, appelé à crochet. Pag. 118 à 119.

*Fig.* 5, 6, 7 et 8. 2^e^ échappement du même, appelé spiroïde. Pag. 119 à 120.

*Fig.* 9, 10, 11, 12 et 13. 3^e^ échappement du même M. Pons, appelé à engrenage. Pag. 120 à 122.

*Fig.* 13 *bis*, 14, 15 et 16. 4^e^ échappement du même, appelé à plan incliné. Pag. 121 à 123.

*Fig.* 17. Echappement d'Arnold, à vibrations libres. Pag. 125 à 127.

*Fig.* 18, 19, 20, 21 et 22. Echappement de L. Séb. Le Normand, à vibrations libres. Pag. 127 à 130.

*Fig.* 23, 24, 25. Divers échappemens à ancre, dont deux sont à repos, *fig.* 23 et 25; et celui que la *fig.* 24 indique est à recul. Pag. 131 à 140.

*Fig.* 26. Echappement à chevilles, par Lepaute, pour les régulateurs et les grosses horloges. Pag. 141 à 145.

*Fig.* 27. Compensateur pour les horloges portatives, par Bréguet. Pag. 151.

*Fig.* 28 et 29. Compensateur pour les horloges à pendule, par M. Destigny, de Rouen. Pag. 159.

*Fig.* 30 et 31. Perfectionnement du compensateur de M. Destigny pour les horloges à pendule, perfectionné par L. Séb. Le Normand. Pag. 159 à 161.

## PLANCHE V.

*Fig.* 1. Compensateur pour les horloges portatives, par M. Perron fils, de Besançon. Pag. 154 à 155.

*Fig.* 2. Compensateur pour les horloges

portatives, par M. Robert jeune, de Blois. Pag. 155 à 157.

*Fig.* 3, 4 et 5. Compensateur pour horloges à pendule, par M. Charles Zademach. Pag. 162 à 167.

*Fig.* 6. Instrument de Ferdinand Berthoud pour régler les horloges à pendules au plus près. Pag. 194 et 195.

*Fig.* 7. Manière de tracer une méridienne sur un plan horizontal. Pag. 201 à 202.

*Fig.* 8. Aplomb pour trouver sur le plan horizontal le point correspondant du style, ou pour marquer le second point de la méridienne sur le plan vertical. Pag. 203.

*Fig.* 9. Plan d'une cadrature de montre à répétition, sans petit rouage. Pag. 230 à 232.

*Fig.* 10. Levier imaginé par Ferdinand Berthoud, pour apprécier la force des ressorts moteurs dans les montres. Pag. 273 à 275.

*Fig.* 11. Plan et coupe des limes à arrondir les dentures à la machine selon l'ancien système, et selon le nouveau imaginé par M. Le Normand. Pag. 276 à 277.

*Fig.* 12. Plan de la nouvelle main imaginée par M. Le Normand, adaptée aux machines ordinaires à finir les dentures, afin de se servir des limes plates pour les arrondir. Pag. 278.

*Fig.* 13. Coupe par le milieu de la longueur de la main, *fig.* 12. Pag. 278 à 280.

*Fig.* 14. Cheville à pied de biche placée sur les côtés de la machine à finir les dentures, et qui sert à changer dans la main (*fig.* 12)

le mouvement de *va-et-vient* en mouvement circulaire alternatif. Pag. 278.

*Fig.* 15. Démonstration géométrique des causes qui ont nécessité un mouvement progressif en avant ou en arrière du chariot qui porte dans la main (*fig.* 12) la crémaillère E, F, selon que la lime à arrondir embrasse une ou plusieurs dents dans son action sur la denture. Pag. 284 à 287.

*Fig.* 16. Formes que prennent les dents de la roue qu'on arrondit selon qu'on fait embrasser, par la lime, une, deux ou trois dents. Pag. 283.

## PLANCHE VI.

*Fig.* 1 *et* 2. Profil d'un support de tour, imaginé par M. Vallet pour mettre les pignons parfaitement ronds. Pag. 251 à 253.

*Fig.* 3. Nouveau tour à rouler les pivots, par M. Vallet. Pag. 254 à 257.

*Fig.* 4, 5 *et* 6. Élévation, plan et détails d'un nouveau compas à pivots, par M. Vallet. Pag. 258 à 260.

*Fig.* 7 *et* 8. Plan et pièce séparée sur une plus grande échelle, d'un instrument imaginé par M. Vallet pour tourner les pièces parfaitement cylindriques. Pag. 261 à 262.

*Fig.* 9, 10, 11, 12 *et* 13. Outil à incliner également les dents des roues de cylindre. Ces figures représentent cet outil sur cinq positions différentes, afin d'en faire concevoir parfaitement toutes les pièces et leur usage; par M. Vallet. Pag. 264 à 267.

*Fig.* 14, 15 et 16. Outil imaginé par M. Vallet, et propre à deux usages : 1° à mettre d'une longueur égale les dents ou marteaux des roues de cylindre ; 2° à former l'inclinaison du derrière de la dent. Pag. 267 à 270.

*Fig.* 17, 18 *et* 19. Outil destiné à polir les colonnes des roues de cylindre, par M. Vallet. Pag. 270 à 273.

# VOCABULAIRE

## DES MOTS TECHNIQUES EMPLOYÉS DANS L'ART DE L'HORLOGER.

### A.

ACIER. L'acier est le plus dur des métaux et le plus utile dans le travail des principales pièces qui composent les horloges et les montres. Voici le rapport de la dilatation du fer, de l'acier et du laiton, en passant de la glace pilée, c'est-à-dire depuis le zéro du thermomètre de Réaumur, au 27e degré.... L'acier recuit, 69; l'acier trempé, 77. — Le fer recuit, 75; le fer battu, 78. — Le cuivre jaune, 121. Les quantités que nous venons de donner expriment des trois-cent-soixantièmes de ligne; ainsi, l'acier recuit donne, pour la quantité absolue de son alongement, soixante-neuf-trois-cent-soixantièmes de ligne, en passant de la glace à 27 degrés de chaleur, donnée par le thermomètre de Réaumur; et ainsi de suite pour les autres.

ALAISOIR, outil rond, insensiblement conique, d'acier trempé et poli. Il sert à polir les trous des pivots.

ALIDADE, pièce d'acier trempé de la machine à fendre. En général elle sert à fixer les divisions égales sur une plate-forme, etc.

ANCRE, pièce du second échappement, qui a été inventé pour les horloges à pendules. (*Voy.* pag. 131).

ARBRE, *essieu, tige,* ou *axe.* Termes synonymes pour désigner une pièce qui tourne sur elle-même au moyen de ses pivots. (*Voy.* PIVOTS.)

ARRÊTS, mécanisme employé pour suppléer avantageusement au GARDE-CHAINE. (*Voy.* ce mot page 305.)

ASSIETTE. On appelle assiette, en horlogerie, une pièce formant une base qui sert à y fixer une roue, etc. L'assiette d'une roue est un canon chassé à force sur une tige pour y river la roue.

AXE, ou *centre de mouvement* d'une pièce qui tourne sur elle-même. (*Voy.* ARBRE.)

## B

BALANCIER. Le balancier est un anneau circulaire, dont la circonférence, également pesante, est concentrique à un axe portant deux pivots, sur lesquels cet anneau peut tourner librement : il doit donc, par sa nature, rester en équilibre sur lui-même, quelle que soit sa position; et il doit de même conserver son mouvement par les diverses positions qu'on peut lui donner. Le balancier, joint au premier échappement connu, celui à roue de rencontre, devint le modérateur ou régulateur des anciennes horloges, de celles

portatives, etc. Le balancier seul ne peut produire des oscillations.

BALANCIER RÉGULATEUR. Le balancier, joint au ressort spiral réglant, est devenu le régulateur des horloges portatives modernes, appelées *montres*. Il est celui des horloges à longitudes et des horloges astronomiques portatives. L'élasticité du spiral est au balancier ce que la pesanteur est au pendule.

BARILLET ou *tambour*, pièce creusée au tour, dans le vide de laquelle on place un ressort plié en spirale, pour servir aux horloges ou aux montres.

BASCULE, petit levier qui agit sur les chevilles de la roue de sonnerie, et qui sert à élever le marteau.

## C

CADRAN, cercle gradué qui porte les chiffres servant à marquer les parties du temps parcourues par les diverses aiguilles.

CADRAN SOLAIRE. (*Voy.* MÉRIDIENNE.)

CADRATURE. Ce sont les pièces d'une horloge, etc., qui, placées entre la platine et le dessous du cadran, servent à faire tourner les roues des heures. On appelle aussi *cadrature* les pièces de la répétition qui sont placées sous le cadran.

CAGE. C'est ce qui contient les roues et le mécanisme de l'horloge; elle est composée de quatre piliers et de deux plaques appelées *platines*.

CALIBRE, ou *plan* sur lequel on trace la dis-

position des pièces d'une horloge. (*Voy.* pag. 9 et 24).

CANON, tuyau creux ou percé dans sa longueur pour tourner autour d'un axe, et qui peut avoir un mouvement différent en durée de celui de l'axe. (*Voy.* CONCENTRIQUE.)

CENTRE DE MOUVEMENT. C'est le point autour duquel une pièce tourne.

CENTRE D'OSCILLATION. C'est, dans le pendule, le point autour duquel toute la force du poids de la verge et de la lentille est réunie. Ce centre est au-dessus de celui de gravité.

CENTRE DE SUSPENSION. C'est, dans un pendule, le point autour duquel le pendule oscille.

CHALEUR. La chaleur augmente, dans tous les sens, le volume de tous les corps.

CHAPERON. (*Voy.* ROUE DE COMPTE.)

CHAUSSÉE, canon qui s'ajuste à frottement sur la tige de la roue des minutes, et dont le bout porte, à carré, l'aiguille, afin de la faire tourner séparément de la tige pour la mettre à l'heure. (*Voy.* MINUTERIES.)

CLIQUET, petit levier mobile sur son centre, qui, pressé par un ressort, soutient l'effort du moteur, et facilite son remontage. (*Voy.* ENCLIQUETAGE.)

COMPENSATION. On appelle de ce nom un mécanisme au moyen duquel on corrige ou détruit des variations de l'horloge qui sont indépendantes de la machine même, comme de compenser, dans le pendule ou dans le

balancier, les variations causées par la dilatation et contraction des métaux, par les divers degrés de chaud et de froid.

CONCENTRIQUE, qui a le même centre de mouvement. On dit que deux aiguilles sont concentriques lorsqu'elles tournent séparément autour d'un même centre : c'est ainsi que l'aiguille des heures est attachée sur un canon qui roule sur la tige de la roue des minutes pour porter l'aiguille.

CONDENSATION, ou *contraction*, termes qui expriment la diminution du volume d'un corps par le froid.

CRÉMAILLÈRE, râteau denté dont les dents sont souvent figurées à rochet. (*Voy.* RATEAU.)

CYCLOÏDE, ligne courbe formée par la révolution d'un point de la circonférence d'un cercle sur une ligne droite. (*Voy.* page 98.)

## D

DEGRÉ, c'est la 360e partie d'un cercle.

DENT, espèce de levier dont les roues et les pignons sont formés pour se communiquer le mouvement. Les extrémités des dents doivent être terminées par une courbe, afin que le mouvement transmis soit uniforme. Cette courbe est celle que les géomètres appellent EPICYCLOÏDE. (*Voyez* ce mot.)

DÉTENTE, pièce de sonnerie qui sert à arrêter ou à donner le mouvement au rouage pour que l'heure sonne.

DILATATION, ou *Extension*, termes de phy-

sique par lesquels on exprime l'effet de la chaleur sur les corps pour en augmenter le volume.

DRAGEOIR, rainure faite autour du barillet pour recevoir le couvercle, ou dans la lunette d'une boîte de montre pour loger le cristal.

## E

ÉCHAPPEMENT. L'échappement est cette mécanique de l'horloge dont les fonctions sont : 1° de restituer au régulateur, soit le pendule ou le balancier, la force qu'il perd à chaque vibration par le frottement qu'il éprouve, et par la résistance de l'air; 2° pendant que le régulateur mesure le temps, l'échappement règle la vitesse du mouvement des roues, lesquelles indiquent, par leurs aiguilles, sur le cadran, les parties du temps, divisé par le pendule ou par le balancier. Il faut considérer deux temps dans l'effet de l'échappement : celui de l'impulsion rendue au régulateur, pendant lequel la roue avance d'une partie qui répond à une vibration ; et le second, celui par lequel l'action de la roue et celle du moteur demeurent suspendues, tandis que le régulateur achève son oscillation. (*Voyez* le Chapitre des Echappemens, de la page 107 à la page 141.)

ENCLIQUETAGE ou *Remontage*. On appelle ainsi le mécanisme au moyen duquel on remonte le poids moteur, le ressort d'une horloge, ou la fusée d'une montre. (*Voyez* p. 18.)

Écrou, pièce dont le trou est cannelé en vis.

Engrenage. On nomme engrenage l'action des dents d'une roue sur celles d'une autre roue ou d'un pignon, pour la faire tourner autour de son centre de mouvement, et pour lui transmettre son mouvement. (*Voyez* le Chapitre v, des Engrenages, de la page 96 à la page 105.)

Epicycloïde. C'est la courbe qui doit terminer l'extrémité des dents des roues et des ailes des pignons, pour que l'action de la roue soit uniforme, propriété indispensable dans l'engrenage. L'*épicycloïde* est une courbe formée par la révolution d'un point de la circonférence d'un cercle autour d'un autre cercle. (*Voyez* page 99.)

Equation du temps. C'est la différence qu'il y a chaque jour de l'année, entre le temps vrai, mesuré par le soleil, et le temps moyen, mesuré par les horloges.

Etoile, roue formée par des rayons angulaires. C'est une partie des horloges à répétition.

Etuve, boîte disposée convenablement pour faire varier sa température intérieure de manière à éprouver les effets de ces changemens dans les corps ou machines qu'on y place.

## F

Force, ou puissance d'un corps en mouvement pour vaincre un obstacle.

Force motrice. Dans les horloges fixes, c'est le poids; dans les horloges portatives, c'est le ressort.

Fraises. Limes circulaires qui servent à fendre les dents des roues et des pignons. Les fraises sont de petites roues faites d'acier trempé; elles sont fendues ou taillées en rochet.

Frottement. On appelle frottement la résistance qu'éprouve un corps qui tourne, roule ou glisse sur un autre; cette résistance détruit une partie de l'action ou puissance qui fait mouvoir le corps.

Le frottement est produit par l'engrenement des surfaces qui terminent ces corps, parce que la matière dont ils sont composés est inégale et séparée par des *pores* qui, étant pénétrés par les parties raboteuses de la matière, obligent les surfaces à se déchirer, etc.

La considération du frottement est très-importante dans les machines en général, mais surtout dans celles qui mesurent le temps, parce qu'il est le plus grand obstacle à leur constante justesse.

Le frottement augmente en raison de la pression, et en proportion de l'espace parcouru; il est le produit de la pression et de l'espace parcouru; il s'accroît à mesure que les surfaces se déchirent; il varie par les températures, et le grand froid l'augmente au point de suspendre en entier le mouvement de l'horloge.

Fusée, cône tronqué, à peu près de la fi-

gure d'une cloche. La propriété importante de la fusée est de servir à égaliser la force du ressort moteur des horloges portatives; en sorte que le ressort, par cette belle invention, devient une puissance motrice aussi égale et constante que celle du poids moteur. (*Voyez* page 18.) Moyen de la supprimer sans nuire à la régularité de l'horloge portative. (*Voyez* page 76.)

G

GARDE-CHAINE, mécanisme employé dans les horloges à ressort et à fusée pour former un arrêt assez fort pour empêcher de remonter trop haut le ressort moteur, crainte de le faire casser ou de faire rompre la chaîne. (*Voyez* page 18 et ARRÊTS.)

H

HORLOGE, mot propre dont on se sert pour désigner une machine quelconque qui divise et marque les parties du temps. On les divise en plusieurs espèces, selon l'usage auquel elles sont destinées : 1° *horloges portatives*, vulgairement appelées *montres*; 2° horloges d'appartement ou de cheminée, à pendule, qu'on désigne vulgairement sous le nom de *pendules*; 3° horloges de clocher ou de tour, qu'on désigne sous le nom de *grosses horloges*. On ajoute à ces dénominations des épithètes ou des périphrases pour indiquer des fonctions particulières qu'elles exécutent : *montre à répétition, à réveil, etc.*

HORLOGERIE. L'horlogerie est l'art de faire les machines qui mesurent le temps.

HUILE. L'huile, appliquée aux parties frottantes des corps qui se meuvent, diminue leur frottement. Les horlogers ont reconnu de tous les temps que l'huile d'olive est la meilleure de toutes pour lubrifier les pivots des axes nombreux qu'ils emploient dans les machines à mesurer le temps; mais l'expérience leur a appris que la meilleure et la plus pure de ces huiles contient encore quelques principes qu'ils s'attachèrent à enlever. Leurs tentatives sont toujours restées infructueuses. Nous n'en exceptons pas le procédé de M. Laresche, qui n'a pas tenu ce qu'il avait promis. Le savant académicien, M. Chevreul, dans son importante analyse des corps gras, a ouvert la voie qui doit conduire à la solution de cet intéressant problème. Il a prouvé que les corps gras sont composés de deux substances distinctes : l'une toujours fluide, qu'il nomme *oléine*, et l'autre, au contraire, toujours solide dans son état de pureté, à laquelle il a donné le nom de *stéarine*. M. Braconnot, célèbre chimiste à Nancy, a constaté que l'huile d'olive contient, sur 100 parties, 28 parties de *stéarine* sur 72 parties d'*oléine*. Voici le procédé qu'il a indiqué pour opérer cette séparation.

Pendant les froids les plus intenses de l'hiver on fait geler l'huile, on la comprime ensuite pendant plusieurs jours à l'aide d'une forte presse, à la température au-dessous de

zéro, entre plusieurs feuilles de papier brouillard, en ayant soin de le renouveler jusqu'à ce qu'il cesse de le tacher. Il le pousse de nouveau à une température de + 15° (Réaumur); il finit par obtenir une matière blanche, cassante, au moins aussi cassante que le suif le plus dur, d'une odeur et d'une saveur de suif très-prononcées : c'est la *stéarine*.

Pour obtenir l'*oléine*, il humecte d'eau tiède le papier gris dans lequel l'huile gelée a été comprimée; puis il en fait un nouet qu'il soumet à l'action de la presse, et il en retire cette substance, l'*oléine*, qui est parfaitement fluide. Plusieurs horlogers qui s'en sont servis y ont reconnu les qualités qu'ils cherchaient depuis long-temps.

## I

Isochrone, mouvement qui est de même durée. On appelle en général *isochrones* les oscillations ou vibrations d'un corps qui sont de mêmes durées. Ces oscillations sont naturellement *isochrones* lorsque le corps qui les mesure parcourt constamment la même étendue, et que par conséquent il a la même vitesse; mais on a fait plus, on est parvenu à rendre *isochrones* les oscillations d'inégale étendue.

## L

Lentille, poids que l'on attache au bas de la verge qui forme le pendule. Sa forme étant angulaire éprouve moins de résistance de la part de l'air.

Levier, machine simple, la première puissance de la mécanique. Le levier est une verge inflexible qui, formant deux bras inégaux, et étant supportée, au point qui les divise, par un appui, augmente la force limitée de l'homme, sert à élever les fardeaux lorsqu'il agit sur les plus longs bras. Le levier entre dans la composition de toutes les machines, ou plutôt les machines ne sont que des composés du levier.

Limaçon, pièce d'une répétition figurée en spirale et formée par des degrés ou marches qui vont de la circonférence au centre. Le limaçon des heures est divisé en douze parties ou degrés, formés chacun en portions de cercle : ce limaçon détermine le nombre de coups que la répétition doit sonner, au moyen du râteau dont un bras va appuyer sur un des degrés.

Le limaçon des quarts est divisé en quatre parties.

Limbe, cercle ou portion de cercle graduée en degrés, etc.

## M

Machine. On entend en général par *machine* un composé de pièces qui, correspondant entre elles d'après les principes de la mécanique, sert à augmenter la force ou puissance limitée de l'homme, ou à suppléer et étendre son adresse.

C'est sous ce dernier point de vue que les

machines ou instrumens sont employés dans le travail des horloges.

MACHINE A ARRONDIR. C'est le nom d'un instrument utile pour la perfection des engrenages dans les machines qui mesurent le temps; c'est par son secours que l'on figure en épicloïdes les dents des roues et des pignons. (*Voyez* page 276.)

MACHINE A FENDRE. On appelle ainsi l'instrument le plus utile en horlogerie : c'est celui qui sert à fendre ou tailler les dents des roues et des pignons, à graduer les cadrans, etc.

MÉRIDIENNE. (*Voyez* pag. 201.)

MÉTAUX. Les métaux se dilatent par la chaleur et se condensent par le froid, selon toutes leurs dimensions. (*Voyez* DILATATION, etc.)

MINUTERIES ou *Roues de cadran.* Ce sont des roues qui, placées entre la platine et le cadran, servent à la conduite des aiguilles qui marquent les heures et les minutes.

Les minuteries, dans les montres et les pendules ordinaires, sont composées du pignon de chaussée, dont le bout du canon, figuré en carré, reçoit l'aiguille des minutes : le canon de chaussée s'ajuste à frottement sur le pivot ou tige prolongée de la roue, du rouage qui fait un tour par heure ou en soixante minutes. Le pignon de chaussée engrène dans une roue dont le diamètre, trois fois plus grand que celui du pignon, a trois fois plus de dents, et conséquemment le pi-

gnon de chaussée fait trois tours pendant que la roue en fait un; celle-ci, qui s'appelle roue *de renvoi*, fait donc un tour en trois heures de temps. La roue de renvoi est fixée sur un pignon qui conduit la roue de cadran, dont la révolution se fait en douze heures. La roue de cadran est fixée sur un canon dont le bout porte l'aiguille des heures; ce canon tourne librement sur le canon de chaussée.

MONTRE, horloge portative.

MOTEUR. C'est un agent quelconque qui donne le mouvement à une machine. Dans les horloges astronomiques fixes à pendules, le moteur est un poids; dans les horloges portatives, c'est un ressort.

MOUVEMENT. On appelle mouvement, en horlogerie, la partie intérieure de l'horloge qui sert à la mesure du temps, et qui le marque par les aiguilles et le cadran.

## O

OSCILLATION ou *Vibration*, mouvement d'un corps qui va et revient alternativement sur lui-même : l'allée et la venue de ce corps forment deux *oscillations*.

## P

PALETTE, petit levier porté par chaque bout de l'axe du balancier dans l'échappement à roue de rencontre.

PENDULE, horloge à pendule. Le mot *horloge* est le plus convenable à employer lorsque l'on parle de la machine en général : le

pendule n'en forme qu'une partie, qui prend le nom de *régulateur*. On appelle aussi *pendule* un corps qui, étant suspendu par un fil ou une verge, oscille librement autour d'un centre.

Pignon, petite roue dentée.

Piliers, montans qui servent à assembler deux plaques ou platines pour former la cage qui doit contenir les roues et autres pièces de l'horloge.

Piton. C'est une pièce d'une montre, laquelle, attachée à la platine, sert à fixer le bout extérieur du ressort spiral, réglant, du balancier.

Pivots. Ce sont deux portions cylindriques qui terminent les bouts des axes ou essieux, et sur lesquels l'axe et les pièces qu'il porte tournent dans des trous. Les pivots sont plus petits que l'axe, afin d'éprouver moins de résistance du frottement; les pivots sont retenus, selon leur longueur, par de petites bases ou surfaces qui portent contre le dehors du trou.

Pont. Pièce coudée à chaque bout, afin de former une petite cage à une partie de l'horloge.

Pyromètre. Instrument qui sert à faire connaître les différens degrés de dilatation et de condensation des métaux et autres corps, par le chaud et par le froid.

## R

Rateau. C'est, en horlogerie, une portion de

roue dentée dont les dents sont figurées quelquefois comme les dents ordinaires des roues ; d'autres fois elles sont en rochet. On donne souvent à un râteau le nom de *crémaillère.*

Recul (*Echappement à*). C'est celui qui, après avoir reçu l'impulsion de la roue, le régulateur achevant sa vibration, fait reculer la roue ; tel est l'échappement à roue de rencontre, à double levier, à ancre, etc. (*Voy.* page 108.)

Régulateur. C'est, dans les machines qui mesurent le temps, la puissance qui, par l'égale durée de ses mouvemens ou vibrations, règle et détermine la vitesse des roues, et par conséquent la mesure du temps : tel est le pendule à compensation dans les horloges astronomiques et fixes, et le balancier réglé par le spiral et à compensation dans les horloges portatives perfectionnées d'après le système des horloges-marines.

Remontoir. On appelle de ce nom un mécanisme particulier dont le but est de rendre parfaitement égale et constante la force qui entretient le mouvement du régulateur, et de telle sorte qu'il ne participe pas ou ne reçoive pas les forces inégales que causent les variations des frottemens des pivots du rouage, celle des engrenages, l'inégalité de la force motrice, etc.

Répétition. Mécanisme adapté à l'horloge, au moyen duquel, en tirant un cordon, etc., on peut avoir, à chaque moment du jour ou de

la nuit, l'heure et les parties d'heure qui sont marquées sur le cadran.

Repos (*Echappement à*). On a donné ce nom aux échappemens dans lesquels la roue, après avoir donné l'impulsion au régulateur, reste immobile pendant que celui-ci achève sa vibration. (*Voyez* page 109.)

Résistance. (*Voyez* Frottement.)

Réveil. Le réveil est une machine simple et ingénieuse adaptée à l'horloge, et au moyen de laquelle, à une heure et à un instant donnés de la nuit, un marteau frappe à coups précipités sur un timbre, et fait un bruit assez fort pour avertir et réveiller. (*Voy.* page 55.)

Rochet. Roue dentée dont les dents sont droites d'un côté et dirigées vers le centre, et inclinées de l'autre côté. Le rochet est employé à divers usages : le premier a été de servir au remontage du moteur dans le mécanisme appelé *encliquetage;* le second usage du rochet a été d'être substitué à la roue de rencontre, et de former la roue d'échappement, de l'échappement *à ancre,* soit à recul, soit à repos, etc.; on l'appelle alors *rochet d'échappement.*

Rouage. C'est l'assemblage de plusieurs roues et pignons qui, placés dans une cage, s'engrènent successivement, de manière à transmettre à la dernière roue le mouvement que la première reçoit du moteur.

Roue de compte. (*Voy.* pag. 62.)

## S

Sautoir. Espèce de cliquet qui, dans la répétition, contient l'étoile sur laquelle est fixé le limaçon des heures.

Sonnerie. Mécanisme adapté à l'horloge, et au moyen duquel un marteau frappe sur un timbre, à chaque heure révolue, autant de coups que l'aiguille marque d'heures sur le cadran.

Spiral (*Ressort*). On appelle *spiral* une lame d'acier trempé, pliée selon la figure spirale des géomètres : adapté au balancier, il devient une partie intégrante du régulateur. Le spiral est au balancier ce que la pesanteur est au pendule : c'est le spiral réglant qui produit les vibrations du balancier; il détermine conjointement avec la masse et le diamètre du balancier la durée des oscillations.

Suspension. On appelle en général *suspension* dans les machines qui mesurent le temps cette partie de l'horloge qui supporte le régulateur, de telle sorte qu'il puisse osciller librement. On fait des *suspensions à ressort*, d'autres *à couteau*.

## T

Tour. Outil qui sert à tourner ou à rendre rondes les diverses pièces employées dans les machines.

Trempe. Opération par laquelle on fait acquérir à l'acier toute la dureté dont il est susceptible. Pour cet effet, on fait chauffer la

pièce qu'on veut tremper jusqu'à ce qu'elle soit d'un rouge couleur de cerise : en ce moment on la plonge dans de l'eau froide et elle acquiert une grande dureté.

## V

Vibrations ou *Oscillations*. C'est, dans le pendule, le mouvement qu'il fait en allant et revenant sur lui-même. Ce sont ces vibrations qui règlent le mouvement de l'horloge et qui forment la mesure du temps.

Le balancier, réuni au spiral, a, comme le pendule, un mouvement de vibrations qui règlent la marche de l'horloge ou de la montre.

Virole. C'est, dans le barillet, le cercle qui forme le tambour pour placer le ressort moteur.

Virole du spiral. C'est un petit canon fendu qui s'ajuste sur l'axe du balancier, pour y fixer le bout intérieur du ressort spiral réglant.

Vis. Instrument qui est d'une utilité générale dans tous les arts mécaniques. La vis est un cylindre cannelé en spirale, et qui, conduite par un levier, acquiert une force capable de mouvoir et de presser très-fortement les corps sur lesquels on la fait agir.

Vis sans fin. C'est un cylindre cannelé et creusé en spirale sur sa surface, en formant un filet qui, engrenant dans les dents d'une roue, la fait avancer d'une dent pendant que la vis fait un tour. La vis sans fin ne diffère de la

vis ordinaire qu'en ce qu'elle reste fixée en retournant entre deux collets ou pivots, et par son engrènement avec une circonférence cannelée en vis. Celle-ci tourne pendant que la vis, à chacune de ses révolutions, fait avancer une dent de la roue; si la vis est à deux filets, elle fait avancer deux dents à chacune de ses révolutions. On emploie la vis sans fin en mécanique pour imprimer un mouvement très-lent à une roue par le moyen d'une autre roue fixée sur l'axe de la vis sans fin et qui lui imprime le mouvement du moteur.

VOLANT. Le volant est le modérateur ou régulateur des rouages à sonnerie, à répétition, etc. Il est formé par deux ailes larges et légères, qui, par la résistance qu'elles éprouvent dans l'air, servent à modérer la vitesse des roues et à régler l'intervalle entre chaque coup de marteau.

FIN DU MANUEL.

# APPENDICE.

Au moment où l'on terminait l'impression de ce Manuel, nous avons reçu de Bruxelles une petite Notice sur une sphère mouvante, qui faisait partie de la dernière Exposition des produits de l'industrie qui eut lieu dans cette ville. Cette brochure a pour titre, *Art chronométrique, par M. Goetmaeker, horloger pour l'astronomie et la marine, à Bruxelles.* Nous aurions désiré qu'elle eût été accompagnée d'un dessin, nous l'aurions fait graver avec plaisir, et la curiosité du lecteur aurait été complètement satisfaite. Cette pièce a attiré les éloges de tous les connaisseurs.

Dans cet état d'imperfection, cette Notice peut être utile pour les horlogers qui s'occupent de cette partie de l'art, par les détails qu'elle donne sur le mouvement des corps célestes. Quelques artistes nous ont témoigné le désir de la voir transcrite, en entier, à la suite de notre Manuel, et nous cédons sans peine à leur invitation.

## NOTICE SUR L'ASTRONOMIE.

« L'horlogerie, dans sa vaste érudition, embrasse la mécanique céleste et l'harmonie des astres, appropriés à l'art chronométrique : en effet, le système planétaire engendre des phénomènes extraordinaires aux yeux du vul-

gaire, des effets vraiment magiques à l'observateur, les tourbillons sans nombre d'étoiles plongées dans la profondeur du ciel, leurs révolutions, les orbes qu'elles décrivent autour d'un moteur commun (soleil), les parallaxes, etc., enfin les courbes que trace une étoile subalterne, dirigée vers le centre de gravité d'un foyer *titulaire*. L'horlogerie, attentive à toutes ces observations, profite de ces données métriques, conçoit un système équitable par l'application de la géométrie, avec laquelle l'art d'établir les instrumens du temps est en prépondérance. Les résultats sont satisfaisans, lorsque le génie de l'artiste opère une démonstration simple et précise des élémens de la cosmographie à l'usage civil ou à l'usage des institutions.

» L'étude des astres fut l'objet des premiers regards vers les besoins de la vie, et souvent précieux par le temps incertain qui s'écoule, afin de régler les occupations manuelles. Au premier âge, chez les Orientaux, le soleil était leur idole, comme il est encore le régulateur du temps.

» L'Egypte conserve religieusement ces antiquités, ces pyramides, admirables en productions astronomiques, et surtout cette architecture riche, dédiée aux dieux de la mythologie. La Chaldée, l'Inde et la Grèce élèvent avec majesté le pinceau de l'observateur; les douze constellations du Zodiaque, representées sur les plus beaux édifices, annoncent au vulgaire l'entrée d'Osiris dans

ces douze maisons célestes, le temps qui s'écoulait du lever au coucher du soleil, par des indicateurs inaltérables.

» Athènes, si florissante en génie, ne tarda pas à agrandir avantageusement la science astronomique : on voit sur ses portiques, gravée en lettres d'or, la fameuse période de Méton, qui, après dix-neuf années, conciliait heureusement la lune et le soleil à une période fixe à qui on a donné le nom de Cycle d'Or. Deux cent quarante ans avant J. C., Archimède, dont les vastes connaissances en la matière sont assez connues, construisit une sphère armillaire sur laquelle les mouvemens des planètes et du soleil étaient représentés. Les sages de l'école grecque, Ptolémée et Pythagore, qui cherchaient à propager les instrumens perfectionnés, propres à leurs institutions, furent les premiers qui inventèrent les planisphères. L'horlogerie, à cette époque, était encore ignorée; ils se servaient du sablier ou clepsydre, pour la mesure du temps.

» Sans nous amuser à faire une analyse sur l'astronomie ancienne, étant au-dessus de mon sujet, je vais franchir la barrière orientale. Après plusieurs siècles de stérilité, l'astronomie vint enfin frapper le génie des Copernic, des Kepler et des Newton. Elle prend alors un nouvel essor, ébranle le brillant échafaudage des Ptolémée, Ticho-Brahé, Albégius, pour tout changer et exposer sur le théâtre des lumières l'immobilité du soleil au centre du monde, assigner à la terre un

mouvement périodique, classée au nombre des planètes à une distance respective. Voilà le système vrai, le seul approuvé par tous les astronomes : la voûte, parsemée de points lumineux, fait connaître l'harmonie des astres, divisés en plusieurs classes; la première se compose de douze constellations du Zodiaque; la configuration des étoiles, que les astronomes considèrent comme d'autres soleils accompagnés de corps opaques, lesquels éclairent et vivifient des mondes inconnus et à l'infini. Ils ont aussi remarqué que les étoiles ne changent pas, malgré l'immensité de leur distance; que la configuration est toujours la même. Sans chercher à nous perdre dans la profondeur du ciel, contentons-nous d'aborder notre système solaire, le plus intéressant de notre domaine.

» Notre soleil, moteur d'une machine très-compliquée, met en mouvement, par l'effet de sa puissance, un cortége de onze globes à des distances respectives; on les nomme *planètes*. La plus rapprochée de son foyer, et conséquemment la plus petite, est *Mercure*, qui tourne autour du soleil en 86 jours 23 heures une minute 47 secondes; sa plus petite distance au soleil est d'environ 9,975,105 lieues; vient ensuite *Vénus*, qui achève sa période en 224 jours 16 heures 49 minutes 9 secondes, et sa rotation est de 24 heures. Cette planète est environ un neuvième plus petite que la terre. Notre terre, classée au troisième rang des planètes qui environnent le soleil,

achève une révolution annuelle en 365 jours 5 heures 48 minutes 45 secondes, et une rotation fixe en 24 heures. La quatrième planète est *Mars;* elle fait une révolution en 686 jours 22 heures 30 minutes 40 secondes, et tourne sur elle-même en 24 heures. Entre Mars et Jupiter circulent quatre petits corps opaques, auxquels on a donné des noms mythologiques: *Cérès*, la plus rapprochée de Mars, achève une révolution en 4 ans 7 mois et 10 jours. *Pallas* a à peu près la même révolution; elle tourne autour du soleil en 4 ans 7 mois 12 jours; *Junon* et *Vesta* achèvent une révolution annuelle en 4 ans.

» La neuvième planète est *Jupiter*, éloignée du soleil de 155,999,250 lieues. Sa période n'arrive que tous les douze ans; elle tourne sur son axe en 10 heures. Les astronomes observent que cette planète a 1400 fois le diamètre de la terre.

» La révolution de *Saturne* s'achève tous les trente ans: elle tourne sur elle-même en 10 heures.

» La onzième et dernière planète, *Uranus*, achève à peine sa révolution en 85 ans; elle fut découverte par Herschell. Sa distance au soleil est d'environ 291,720,301 myriamètres.

» Quatre de ces planètes sont douées de planètes secondaires ou *lunes*. La terre en a une, Jupiter quatre, Saturne cinq, Uranus six, qui les éclairent en l'absence du soleil et rendent par sa réflexion nos nuits moins obscures.

## DESCRIPTION

*Du Chronomètre scientifique placé au salon d'Exposition des produits de l'Industrie.*

» Cette pendule astronomique a la forme d'un parallélogramme surmonté de huit colonnes d'après l'ordre dorique grec. Elle est longue de 55 centimètres, large de 22 et haute de 76. Son élévation, compris le piédestal, est de 96 centimètres.

» Cette pendule offre une vue perspective de la cosmographie et géographie d'après le système de Copernic, admis par tous les savans du siècle, et un mélange de l'astronomie ancienne, pour la démonstration des indicateurs terrestres. Son cours annuel, ses révolutions particulières pour chaque mois de l'année, le mouvement écliptique qu'elle éprouve dans sa translation, qui donne l'apogée et le périgée, selon la distance respective du globe au soleil; le lever et le coucher de cette planète pour chaque jour, de même que la croissance et décroissance des jours pour différens pays du monde, sont représentés par des cercles mobiles qui se meuvent autour du globe sur tous les sens.

» La lune, cette compagne fidèle de la terre, accomplit une révolution exacte autour du globe dans sa marche progressive; elle montre ses faces et la durée de son cours.

» Le calendrier, ce char écliptique du soleil,

détermine avec la plus parfaite précision les effets vraiment magiques de la mesure artificielle du temps.

» I. La première, au centre de l'édifice, anime les évolutions du rouage, et mesure la marche chronométrique. L'échappement à vibrations libres donne une régularité à cette pendule qui ne laisse rien à désirer, et avec laquelle les autres parties intermédiaires sont en correspondance. Cette pièce principale de l'ouvrage fut calculée par la géométrie. Un cadran à jour, orné d'une lunette en bronze, indique l'heure et les minutes, par l'office de deux conducteurs placés au point centrique de la partie supérieure.

» II. Les deux garde-temps, placés à ses côtés, embellissent et marchent majestueusement suivant les lois chronométriques. A la partie inférieure, le calendrier conduit le char écliptique du soleil d'après ses variations journalières et achève une révolution en 365 jours un quart.

» A cette seconde partie, une ellipse graduée marche progressivement jour par jour d'une constellation zodiacale; elle offre à l'autre le changement des saisons au moment des solstices et des équinoxes. Cette pièce remarquable et d'une difficile exécution, manœuvrant par l'effet d'une seule roue, une roulette que je nomme char écliptique, imite fidèlement ce que nous représente la nature, et peut servir d'introduction aux jeunes élèves qui se destinent à l'astronomie.

» Cette ellipse, d'une division exacte, est tantôt écartée de l'équateur de 23 degrés et demi; la terre prend alors une position oblique qui est le périgée; on voit qu'elle se rapproche du soleil, mais reçoit ses rayons obliquement; une partie de la terre est plongée dans l'ombre, les habitans du nord sont privés de la lumière: c'est l'hiver pour nous; toutefois la sphère est penchée vers le soleil à cette saison, au lieu que l'été elle est presque perpendiculaire.

» III. Au-dessus du chronomètre, une grande cage renferme le rouage de l'astronomie ancienne. Ce mélange, unique dans son genre, démontre avec simplicité les mouvemens périodiques des indicateurs appropriés à la connaissance de l'observateur: 1° la terre fait sa rotation en vingt-quatre heures et emporte avec elle une couronne de cristal qui fait connaître l'heure, le jour et la nuit dans tous les pays du monde; 2° la sphère accomplit une révolution annuelle en 365 jours et un quart: dans sa translation, quatre cercles en quadrature indiquent l'entrée des nouvelles saisons, savoir; le printemps, l'été, l'automne et l'hiver.

» Des cercles se meuvent autour du globe en divers sens, et indiquent (*voyez* la description placée au-dessous de la sphère) le lever et le coucher du soleil dans plusieurs villes principales du globe: par exemple, à Bruxelles le soleil se lève à la fin de juin à 3 heures 57 minutes, et se couche à 8 heures 3 minutes;

au lieu que pendant l'hiver, il se lève à 7 heures 55 minutes, et se couche à 4 heures 5 minutes. A Java, le soleil se lève à 6 heures, et se couche à la même heure. A Saint-Domingue, le soleil, qui commence à s'éloigner de l'équateur, se lève à 6 heures 35 minutes et se couche à 5 heures 24 minutes. Pour les villes du nord, elles sont calculées, pour le temps qu'apparaît le soleil dans les jours les plus courts. A Riga, le soleil en hiver se lève à 9 heures et se couche à 3 heures. A Archangel, il se lève à 10 heures et se couche à 2 heures; il ne paraît que 4 heures sur l'horizon. A Bothnie, deux heures font à peine sa durée. Enfin, dans plusieurs villes de la Sibérie, les habitans sont plongés dans l'ombre pendant six mois, suivis d'un crépuscule de sept semaines; mais en compensation, l'été ils voient le soleil continuellement et n'ont pas de nuit. Le second cercle indique la croissance et décroissance des jours pour chaque mois. Les index correspondent aux mois par des lettres significatives : par exemple, au mois de juin on lit M. 9 C. 1 D. S., placés au-dessus du cercle de la sphère, que nous avons transmis pour le lever et le coucher du soleil. La lettre C signifie croissance, le D décroissance, et les chiffres 9 et 1, le nombre des minutes : parce que la lettre M, placée devant le chiffre 9, signifie matin et la lettre S le soir. Le mois suivant, on voit par la signification *M* 28′ 30″, *S D* que les jours décroissent de 28 minutes le matin et

30 minutes le soir. Les mêmes indications suivent tous les autres mois.

» IV. La sphère marche sur trois poulies en acier, exécutées selon la perfection de l'art. Une roue graduatrice conduit le mouvement périodique de ces indicateurs terrestres.

» V. La lune achève le tour du globe en 29 jours; son mouvement synodique ou de rotation s'accomplit en même temps. Elle montre ses phases, d'après ses effets progressifs. Nous avons nouvelle lune, lorsque cet astre se trouve caché entre le soleil et la terre, puisque la partie éclairée, après deux ou trois jours de marche, montre un croissant, et quatre jours après, ou le septième, nous avons le premier quartier visible le soir : afin de faire entrevoir avantageusement à l'observateur la marche lunaire, j'ai consacré un cercle propre à faire connaître jour par jour la durée du clair de lune. Ainsi le septième jour elle paraît sur l'horizon pendant l'espace de 5 heures 36 minutes. Il est facile de concevoir par ce moyen son lever et son coucher; après sept jours de marche, cette planète secondaire ayant parcouru la moitié d'une période, montre son plein. Le quinzième jour elle paraît toute la nuit, et on la voit pendant douze heures; arrivée à son entier, elle commence alors son point de départ ou déclin. Au bout de sept jours on voit le dernier quartier, et sept jours après la lune rencontre la terre et le soleil. Dans sa marche autour du globe, ce satellite présente toujours le côté

(voyez le système des modernes), et montre le périgée et l'apogée par le moyen de la boule blanche et dorée. Un index qui se trouve placé sur les côtés du cercle lunaire, indique le jour, l'âge et la durée de son cours. Elle forme, de même que la terre, son mouvement écliptique en se rapprochant et s'éloignant du soleil. Elle est confectionnée en argent, pour la rendre bien distincte.

» Un index mobile sert à l'intercalation lunaire et rectifie l'invariabilité de sa marche, ce qui arrive tous les trente ans, afin que la période de dix-neuf années soit en harmonie avec les 235 révolutions lunaires. On intercale une dent, les 2e, 5e, 7e, 10e, 13e, 16e, 18e, 21e, 24e, 26e, 29e; cette intercalation n'a pas lieu au système des modernes, parce que la lune accomplit une révolution en vingt-sept jours sept heures quarante-trois minutes. Puisque nous sommes sur ce point essentiel pour la justesse des périodes, faisons connaître l'intercalation terrestre. Tandis que la terre achève une révolution annuelle, qui n'a pas encore atteint la sphère céleste au point d'une étoile placée sur son axe et ayant anticipé le commencement de l'année suivante, soit à l'hiver, l'année solaire éprouve un retard de vingt minutes sur l'année sidérale. Cette libration occasione un avancement à l'époque des équinoxes, appelée par les astronomes la précession des équinoxes.

» Ce phénomène s'explique par l'attraction terrestre, suivant les lois et leurs mouvemens

au cours du soleil, conjointement à la lune, et dérange évidemment son axe chaque année; au lieu de se trouver sur le même point du départ, ou arriver à la même étoile, il se dirige vers une autre. Ce déplacement est d'un degré par soixante-douze années, de sorte qu'après 25,920 ans, calculé par les astronomes, la période du dérangement est accomplie. Car, dans l'intervalle de cette longue série d'années, ou 12,960 ans, qui est la moitié de la période, on a le printemps au lieu de l'automne, parce que le soleil par cette anticipation a avancé d'une constellation à l'autre. Déjà il ne se trouve plus dans le Bélier, mais dans celle du Taureau, jusqu'à ce qu'il ait atteint la même étoile dans le ciel, au point de son origine.

» A la pendule sphérique, un intercalaire placé entre l'éclipse du soleil, indique l'époque où l'on doit faire marcher une dent à la roue écliptique de la terre, ce qui n'arrive que toutes les soixante-douze années.

*Méthode et usage des indicateurs.*

» Observez au haut de la sphère un globe de cristal mobile, sur lequel est gravée l'heure des villes principales du globe; ainsi qu'à la couronne de bronze, qui fait connaître les degrés de longitude par la rotation de la terre. Un indicateur fixe démontre la marche du globe et l'heure du lieu que l'on observe. Par exemple, j'ai midi à Bruxelles, qui est situé entre le 21$^{e}$ degré de longitude. Voulant

connaître l'heure de Paris, qui est au 20e degré de longitude, la différence de ces deux villes est de 7 minutes; mais Vienne, qui est située au 35e de longitude, avance d'une heure sur Paris, parce que l'on doit observer la différence de 15 degrés par la situation orientale de Vienne; et par l'office de la couronne, qui est placée au-dessus du globe, on peut, par cette addition de 15 en 15 degrés, connaître l'heure dans tel ou tel pays du monde.

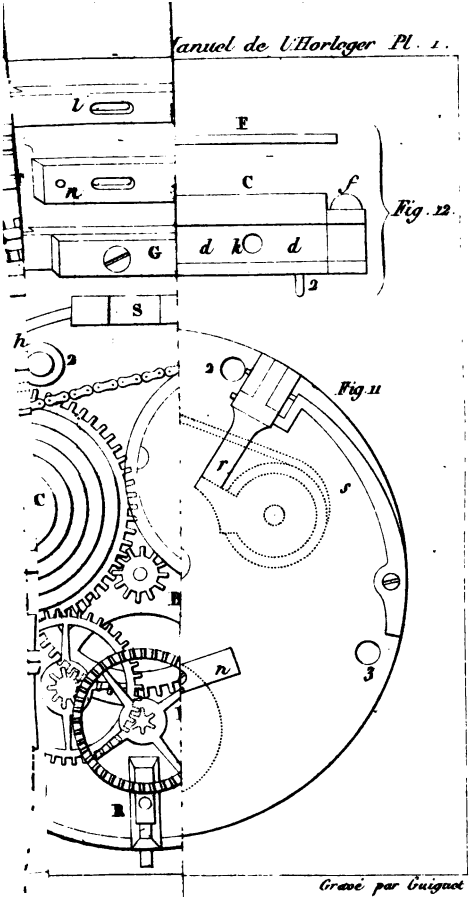
» Les pays situés vers l'orient voient le soleil une heure plus tôt à leur méridien. Les habitans du Caire (capitale de l'Egypte) voient le soleil 2 heures avant nous : elle est située au 30e degré de longitude. La capitale de la Perse, au 70e (Hispahan), offre 3 heures de relevée, tandis qu'à Bruxelles il n'est que midi. Dans la petite Tartarie, située au 85e de longitude, le soleil se lève 4 heures plus tôt. A Pékin (capitale de la Chine), il est au moins à 130 degrés, ayant 7 fois 15 degrés de différence; or, lorsqu'il est midi à Bruxelles, les habitans de la Chine ont 7 heures du soir. Dans l'île de Java, située au 125e degré de longitude, le soleil paraît à peu près 7 heures avant les Pays-Bas. Dans la Nouvelle-Hollande, il paraît 10 heures plus tôt, ainsi il est 10 heures du soir pour eux et midi pour nous. Enfin, dans la Nouvelle-Zélande, au 200e degré de longitude, le soleil est parvenu à l'hémisphère inférieur; à cette occasion il est minuit pour nous et midi pour eux.

» Le calendrier indique les mois, les jours de cinq en cinq jours, et les variations du soleil pour régler les montres et pendules.

» Le cadran du système des modernes indique les mois, les degrés et les signes du Zodiaque, les jours du mois, le lever et le coucher du soleil.

» Le piédestal contient une musique à 4 airs, une sonnerie dans le genre des pendules, tableaux, et répète à l'heure et à la demie.

» *Nota.* Cette pendule astronomique marche un mois sans remonter, et le système des modernes deux années. On invite les amateurs à vouloir bien observer les évolutions du rouage, les mouvemens du corps terrestre, la simplicité avec laquelle les orbes planétaires sont traités sans avoir employé une seule détente, ou levier mobile, sans avoir surchargé les roues révolutionnaires de ressorts mobiles, inutiles pour la régularité des mouvemens. Une amélioration bien entendue et appropriée à la terre, suivant les fameuses lois de Képler, fut mise en évidence. La terre, en tournant autour du soleil, ne décrit point un rond, mais un ovale. Les mêmes effets arrivent à la pendule : au *périhélie*, la terre approche par gradation près du soleil, et à l'*aphélie*, elle s'en éloigne. Alors le soleil occupe un des foyers; car si réellement la terre tournait sur un mouvement circulaire, les saisons seraient stables et toujours au printemps. »




Gravé par Guiguet

Fig. 13.

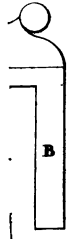
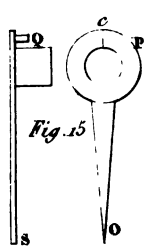
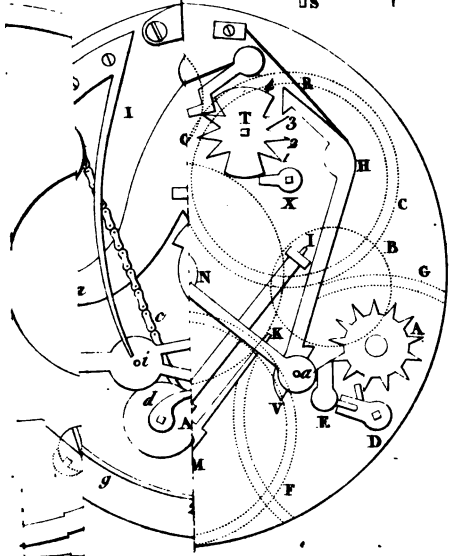



Fig. 15




Gravé par Guiguet.

10.

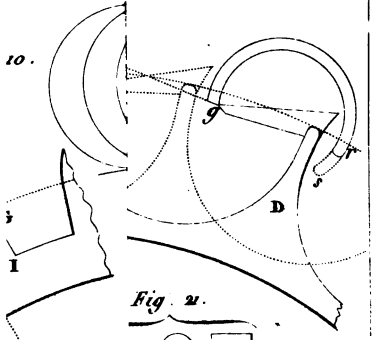
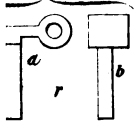



Fig. 21.



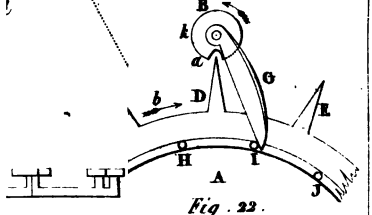




Fig. 22.

Fig. 11.

Gravé par Guiguet

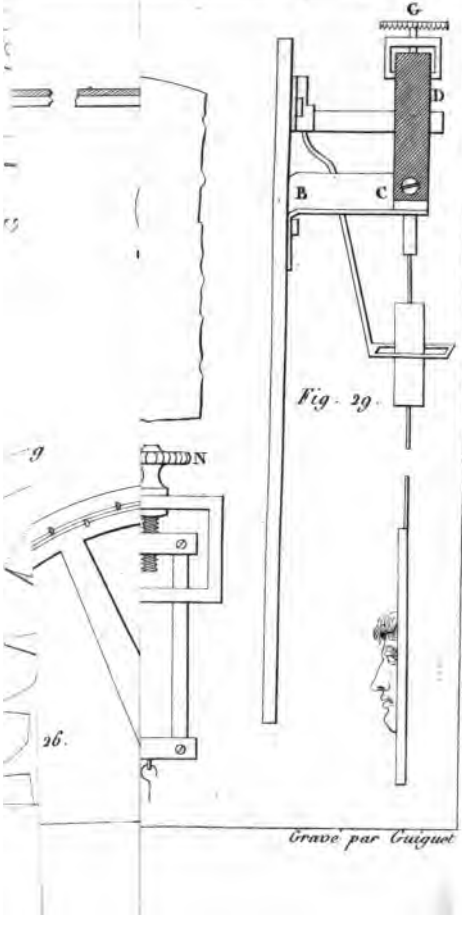
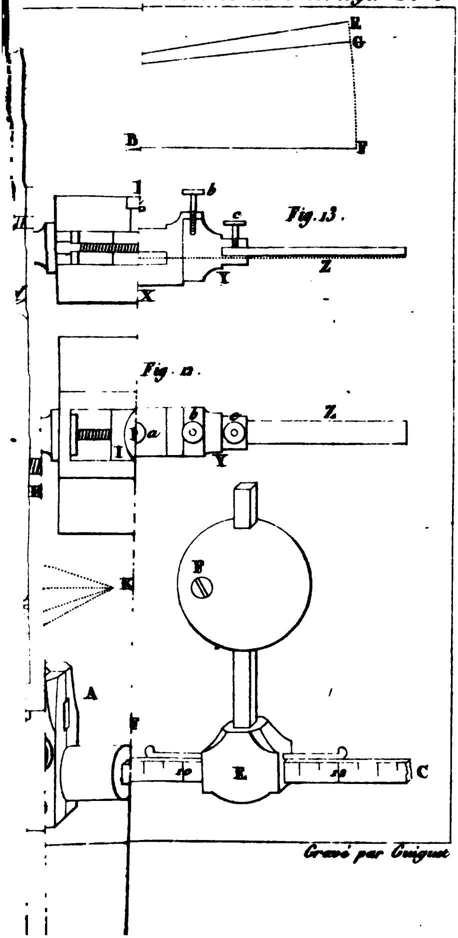
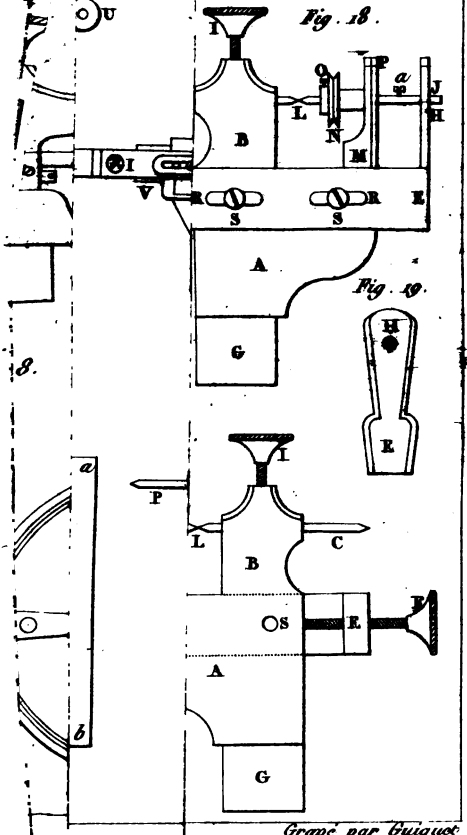



Fig. 29.

Gravé par Guiguet




*Gravé par Guiguet*




Gravé par Guiguet

# TABLE DES MATIÈRES.


Pages.

AVANT-PROPOS. . . . . v

INTRODUCTION. Coup d'œil rapide sur l'état actuel de l'horlogerie. — Plan et division de cet ouvrage. . . . . 1

Des machines à mesurer le temps. . . . 4

§ Ier. — Montres selon l'ancien système, perfectionné par Ferdinand Berthoud. 5

CHAPITRE Ier. — Des montres ou horloges de poche . . . . . 8

§ Ier. — Montres ordinaires à roue de rencontre. . . . . 9

Montres à secondes ordinaires. . . . 21

§ II. — Montres selon le nouveau système de Bréguet. . . . . 24

§ III. — Des montres à secondes indépendantes. . . . . 36

§ IV. — Des montres à répétition. . . 42

§ V. — Des montres à réveil. . . . . 55

CHAPITRE II. — Des horloges appelées pendules. . . . . 59

§ Ier. — Des horloges-pendules appelées régulateurs. . . . . 60

§ II. — Des horloges-pendules ordinaires. 61

§ III. — Des horloges-pendules à sonneries, à quarts et à répétition par le même rouage. . . . . 63

CHAPITRE III. — Des grosses horloges ou horloges de clocher. . . . . 68

CHAPITRE IV. — De la main-d'œuvre ou de l'exécution de quelques pièces importantes des machines qui servent à me-

Pages.
surer le temps. . . . . 73
§ Ier. — Des métaux employés dans la fabrication des pièces d'horlogerie. . 74
§ II. — De la fusée. . . . . 76
Explication de la *fig.* 3, Pl. III. . . 81
§ III. — Du barillet. . . . . 88
§ IV. — Des arrêts de remontoir, Pl. III. . . . . 90
§ V. — De la main-d'œuvre en général. . . 93
CHAPITRE V. — Des engrenages. . . . . 96
CHAPITRE VI. — Des échappemens. . . . 105
Des échappemens pour les montres. . 107
§ Ier. — De l'échappement à roue de rencontre. . . . . 108
§ II. — De l'échappement à cylindre, Pl. III. . . . . 109
§ III. — De l'échappement de Dupleix, Pl. III. . . . . 115
§ IV. — Des échappemens de M. Pons de Paul. . . . . 117
1° Echappement à crochet. . . . . 118
2° Echappement spiroïde. . . . . 119
3° Echappement à engrenages. . . 120
4° Echappement à plan incliné. . . 122
§ V. — Des échappemens à vibrations libres. . . . . 123
§ VI. — Echappemens d'Arnold, à vibrations libres. . . . . 125
§ VII. — Echappemens de L. Séb. Le Normand, à vibrations libres. . . . 127
§ VIII. — Des échappemens pour les horloges-pendules, et pour les horloges de clocher. . . . . 130
§ IX. — De l'échappement à ancre, pour les horloges de cheminée. . . . . 13

Pages.

§ X. — De l'échappement à ancre, perfectionné par Graham, pour les régulateurs et les grosses horloges. . . . 140
§ XI. — De l'échappement à chevilles de Lepaute, pour les régulateurs et les grosses horloges. . . . . 141
CHAPITRE VII. — De la compensation, ou des moyens employés pour corriger les effets de la température dans les machines propres à mesurer le temps.. . . 145
§ Ier. — De la compensation dans les montres ou horloges portatives et à régulateurs circulaires. . . . . 148
Compensateur de M. Destigny. . . 153
Compensateur par M. Perron.. . . 154
Compensateur par M. Robert jeune. . 155
§ II. — De la compensation dans les horloges à pendule. . . . . 157
Compensation par M. Destigny. . . 159
La même compensation perfectionnée par L. Séb. Le Normand. . . . 160
Compensation par M. Ch. Zadémach. 162
Effet de ce pendule.. . . . . 164
Plusieurs nouveaux moyens de compensation. . . . . 167
CHAPITRE VIII. — Du régulateur, en général, des machines destinées à mesurer le temps. . . . . 171
§ Ier. — Du régulateur dans les horloges portatives. . . . . 172
§ II. — Du pendule, ou régulateur des horloges fixes. . . . . 186
Table de la longueur d'un pendule faisant un nombre donné d'oscillations par heure moyenne, dans le

Pages.
vide, et suivant un arc infiniment petit. . . . . 190
CHAPITRE IX. de l'équation du temps indiqué dans les horloges. . . . . 195
1° Tracer une méridienne sur un plan horizontal. . . . . 201
2° Tracer une méridienne sur un plan vertical. . . . . 204
3° Tracer une méridienne sur le plafond d'une chambre. . . . . 205
4° Tracer une méridienne sur le carreau d'une croisée. . . . . 207
CHAPITRE X. — Méthode pour calculer les nombres des dents que les roues et les pignons d'une machine doivent avoir, pour que plusieurs d'entre elles fassent en même temps des nombres donnés de révolutions. . . . . 210
Principe fondamental. . . . . 211
PROBLÈME Ier. — Trouver les nombres des dents et des ailes qu'il faut donner aux roues et aux pignons d'une horloge, portative ou non, qui doit battre les secondes, c'est-à-dire 3600 vibrations par heure. . . . . 214
PROBLÈME II. — Trouver le nombre des dents des roues et des ailes des pignons pour une horloge dont les vibrations sont fixées par la hauteur de l'espace dans lequel doit être renfermée la machine. . . . . 221
PROBLÈME III. — Trouver les nombres des dents des roues et des ailes des pignons du rouage d'une horloge lorsque la longueur du pendule est donnée, ou

Pages.

déterminer la longueur du pendule lorsque le nombre de vibrations est donné. . 221

Problème IV. — Trouver les nombres des dents des roues et des ailes des pignons pour la sonnerie d'une pendule ordinaire. . . . . 222

Chapitre XI. — De la recherche des nombres des dents des roues et des ailes des pignons, dans le cas où le produit des roues et celui des pignons ne peuvent pas être décomposés en facteurs qui n'excèdent point le nombre des dents et des ailes qu'on peut donner à ces roues et à ces pignons. . . . . 224

Chapitre XII. — De quelques inventions curieuses ou utiles en horlogerie. . . . 227

§ Ier. — Montre en cristal de roche. . . *Ibid.*

§ II. — Répétition sans petit rouage. . 229

1° Répétition sans petit rouage, exécutée à Genève en 1778. . . . . 230

2° Répétion sans rouage, par M. Berolla. . . . . 232

3° Répétition d'une construction singulière. . . . . 233

4° Répétition sans rouage, par M. Laresche. . . . . 236

§ III. — Levier chronométrique. . . *Ibid.*

Chapitre XIII. — Des divers outils employés en horlogerie. . . . . 249

§ Ier. — Outils généraux de M. Vallet.

1° Support pour mettre les pignons parfaitement ronds. . . . . 251

2° Nouveau tour à rouler les pivots. . 254

3° Nouveau compas à pivots. . . . 258

4° Compas propre à tourner des tiges

Pages.
parfaitement cylindriques. . . . . 261
§ II. — Outils spéciaux de M. Vallet. . 262
1° Outil à incliner également les dents des ouës de cylindre. . . . . 264
2° Outil à deux usages : 1° A mettre les dents ou les marteaux d'une longueur égale ; 2° à former l'inclinaison du derrière de la dent. . . . . 267
3° Outil à polir les colonnes des roues de cylindre. . . . . 270
§ III. — Levier imaginé par Ferdinand Berthoud, pour mesurer la force des ressorts des montres, et déterminer la pesanteur du balancier. . . . . 273
§ IV. — Perfectionnement de l'outil à finir les dentures. . . . . 276
CHAPITRE XIV. — Du rabillage ou raccommodage des horloges ou machines à mesurer le temps. . . . . 287
CHAPITRE XV. — Description des planches. . 290
Vocabulaire. . . . . 297
Appendice. . . . . 317
Table des matières. . . . . 331

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

OCTOBRE 1835.

N. B. *Comme il existe à Paris deux Libraires du nom de* RORET, *l'on est prié de bien indiquer l'adresse.*

# COLLECTION DE MANUELS

FORMANT UNE

# ENCYCLOPÉDIE

DES

## Sciences et Arts,

FORMAT IN-18;

PAR UNE REUNION DE SAVANS ET DE PRATICIENS,

MM. AMOROS, directeur du Gymnase; ARSENNE, peintre; BOITARD, naturaliste, CHORON, directeur de l'institution royale de musique; FERDINAND DENIS; JULIA FONTENELLE, professeur de chimie; HUOT, naturaliste; LACROIX, membre de l'Institut; LAUNAY, fondeur de la colonne de la place Vendôme; SÉBASTIEN LENORMAND, professeur de technologie; LESSON, naturaliste; PERROT, membre de la Société royale académique des sciences; PEUCHET; RIFAULT, ancien directeur des poudres et salpêtres; TERQUEM, professeur aux Ecoles royales; TOUSSAINT, architecte; VERGNAUD, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, etc., etc.

Depuis que les Sciences exactes ont, par leur application à l'Agriculture et aux Arts, contribué si puissamment au développement de l'industrie agricole et de l'industrie manufacturière, leur étude est devenue un besoin pour toutes les classes de la société. Les Mathématiques, la Physique, la Chimie, sont des sciences qu'il n'est plus permis d'ignorer; aussi les traités de ce genre sont-ils aujourd'hui dans les mains des artisans et dans celles des gens du monde. Mais on a généralement reconnu que la cherté de ces sortes de livres est un grand empêchement à leur propagation, et que la rédaction n'a pas toujours la clarté et la simplicité nécessaires pour faire pénétrer promptement dans l'esprit les principes qu'ils exposent. C'est pour remédier à ces deux inconvéniens que nous avons entrepris de publier, sous le titre de *Manuels*, des Traités vraiment élémentaires, dont la réunion formera une Encyclopédie portative des Sciences et des Arts, dans laquelle les agriculteurs, les fabricans, les manufacturiers et les ouvriers en tout genre trouveront tout ce qui les concerne, et, par là seront à même d'acquérir à peu de frais toutes les connaissances qu'ils doivent avoir pour exercer avec fruit leur profession.

Les professeurs, les élèves, les amateurs et les gens du monde pourront puiser des connaissances aussi solides qu'instructives.

Plusieurs de nos manuels sont arrivés en peu de temps à plusieurs éditions ; un si grand succès est une preuve évidente de leur utilité ; aussi sommes-nous décidés à en continuer la publication avec toute la célérité possible. La rédaction des volumes à faire paraître est fort avancée, et nous croyons pouvoir promettre que cette intéressante Collection sera terminée avant peu.

La meilleure preuve que nous puissions donner de l'utilité et de la base de cette Encyclopédie populaire, c'est le succès prodigieux des divers Traités parus.

Cette entreprise étant toute philantropique, les personnes qui auraient quelque chose à faire parvenir, dans l'intérêt des sciences et des arts, sont priées de l'envoyer *franco* à M. le *Directeur de l'Encyclopédie in*-18, chez *Roret*, libraire, rue Hautefeuille, n° 10 *bis*, au coin de celle du Battoir, à Paris.

*Tous les Traités se vendent séparément. Un grand nombre est en vente ; les autres paraîtront successivement. Pour les recevoir franc de port, on ajoutera 50 centimes par volume in*-18.

# LIBRAIRIE ENCYCLOPÉDIQUE

# DE RORET,

RUE HAUTEFEUILLE, N° 10 *bis*, AU COIN DE LA RUE DU BATTOIR.

**N. B.** *Comme il existe à Paris deux librairies du nom de* Roret, *l'on est prié de bien indiquer l'adresse.*

---

**MANUEL D'ALGÈBRE**, ou Exposition élémentaire des principes de cette science, à l'usage des personnes privées des secours d'un maître; par M. Tarquem, docteur ès sciences, officier de l'Université, professeur aux Écoles royales, etc. *Deuxième édition.* Un gros volume. 5 fr. 50 c.

— **DE L'AMIDONNIER ET DU VERMICELLIER**, auquel on a joint tout ce qui est relatif à la fabrication des produits obtenus avec la pomme de terre, les marrons d'Inde, les châtaignes, et toutes les autres plantes connues pour contenir quelque substance alimacée ou féculente; par M. Morin. Un vol. orné de figures. 3 fr.

— **D'ARCHITECTURE**, ou Traité général de l'art de bâtir; par M. Toussaint, architecte. *Seconde édition.* Deux gros vol. ornés d'un grand nombre de pl. 7 fr.

— **DE L'ARMURIER, DU FOURBISSEUR ET DE L'ARQUEBUSIER**, ou Traité complet et simplifié de ces arts; par M. Paulin Desormeaux. Un vol. orné de pl. 3 fr.

— **D'ARPENTAGE**, ou Instruction sur cet art et sur celui de lever les plans; par M. Lacroix, membre de l'Institut. *Cinquième édition.* Un vol. orné de pl. 3 fr. 50 c.

— **SUPPLÉMENTAIRE D'ARPENTAGE**, ou Recueil d'exemples pratiques pour les différentes opérations d'arpentage et de levé des plans, par MM. Hogard père et fils. Un vol. orné de *Modèles de topographie* et de beaucoup de figures. 3 fr. 50 c.

— **D'ARITHMÉTIQUE DÉMONTRÉE**, à l'usage des jeunes gens qui se destinent au commerce, et de tous ceux qui désirent se bien pénétrer de cette science; par M. Collin, et revu par M. R..., ancien élève de l'École Polytechnique. Un vol. *Neuvième édition.* 3 fr. 50 c.

— **COMPLÉMENTAIRE D'ARITHMÉTIQUE**, ou Recueil de problèmes et de solutions, par M. Tremery, professeur. Un vol.

— **DE L'ARTIFICIER**, ou l'Art de faire toutes sortes de feux d'artifice à peu de frais, et d'après les meilleurs procédés, contenant les Élémens de la Pyrotechnie civile et militaire, leur application pratique à tous les artifices connus jusqu'à ce jour, et à de nouvelles combinaisons lumineuses; par M. Vergnaud, capitaine d'artillerie. *Deuxième édition.* Un vol. orné de pl. 3 fr.

— **D'ASTRONOMIE**, ou Traité élémentaire de cette science, d'après l'état actuel de nos connaissances, contenant l'Exposé complet du système du Monde, basé sur les travaux les plus récens et les résultats qui dérivent des recherches de M. Pouillet sur la température du soleil, et de celles de M. Arago sur la densité de la partie extérieure de cet astre, par M. Bailly, membre de plusieurs sociétés savantes. *Troisième édition.* Un vol. orné de pl. 3 fr. 50 c.

— DE L'ACCORDEUR, ou l'Art d'accorder le Piano, mis à la portée de tout le monde; par M. Giorgio di Roma. 1 fr. 25

— DU BANQUIER, DE L'AGENT DE CHANGE ET DU COURTIER, contenant les lois et réglemens qui s'y rapportent, les diverses opérations de change, courtage et négociation des effets à la Bourse; par M. Peuchet. 2 fr. 50

— DU BIJOUTIER, DU JOAILLIER ET DE L'ORFÈVRE, ou Traité complet et simplifié de ces arts; par M. Julia de Fontenelle. Deux vol. orné de pl. 7 fr.

MANUEL DU BONNETIER ET DU FABRICANT DE BAS, ou Traité complet et simplifié de ces arts; par MM. V. Leblanc et Préaux-Caltot. Un vol. orné de pl. 3 fr.

— DE BOTANIQUE, contenant les principes élémentaires de cette science, la Glossologie, l'Organographie et la Physiologie végétale, la Phytothérésie, l'Analyse de tous les systèmes, tant naturels qu'artificiels, faits sur la distribution des plantes, depuis Aristote jusqu'à ce jour; et le développement du système des familles naturelles; par M. Boitard. *Troisième édition*. Un vol. orné de planches. 5 fr. 50 c.

— DE BOTANIQUE, deuxième partie. FLORE FRANÇAISE, ou Description synoptique de toutes les plantes phanérogames et cryptogames qui croissent naturellement sur le sol français, avec les caractères des genres des espèces et l'indication des principales espèces; par M. Boisduval. Trois gros vol. 20 fr 50 c.

ATLAS DE BOTANIQUE, composé de 120 planches, représentant la plupart des planches décrites dans les ouvrages ci dessus

Figures noires, 18 fr. Figures coloriées, 36 fr.

MANUEL DU BOTTIER ET DU CORDONNIER, ou Traité complet de ces arts, par M. Morin. Un vol. orné de pl. 3 fr.

— DE BIOGRAPHIE, ou Dictionnaire historique abrégé des grands hommes; par M. Jacquelin et par M. Noel, inspecteur général des études. Deux vol. *Deuxième édition*. 6 fr.

— DU BOULANGER, DU NÉGOCIANT EN GRAINS, DU MEUNIER ET DU CONSTRUCTEUR DE MOULINS. *Troisième édition*, entièrement refondue, par MM. Julia Fontenelle et Benoist. 2 gros vol. ornés de pl. 5 fr.

— DU BOURRELIER ET DU SELLIER, contenant la description de tous les procédés usuels, perfectionnés ou nouvellement inventés, pour garnir toutes sortes de voitures, et préparer les attelages; par M. Lebrun. Un vol. orné de fig. 3 fr.

— COMPLET DU BLANCHIMENT ET DU BLANCHISSAGE, DU NETTOYAGE ET DÉGRAISSAGE DES FILS ET ÉTOFFES DE CHANVRE, DE LIN, COTON, LAINE, SOIE, ainsi que de la Cire, des Eponges, de la Laque, du Papier, de la Paille, etc., offrant l'Exposé de toutes les découvertes, perfectionnemens et pratiques nouvelles dont les arts se sont enrichis, tant en France que dans l'étranger; par M. Julia de Fontenelle. Deux vol. ornés de pl. 5 fr.

— DU BRASSEUR, ou l'Art de faire toutes sortes de bières, contenant tous les procédés de cet art; traduit de l'anglais de Accum, par M. Riffault. *Deuxième édition*, revue, corrigée et augmentée. Un vol. 2 fr. 50 c.

— DE CALLIGRAPHIE, methode complète de Carstairs, dite Américaine, ou l'Art d'écrire en peu de leçons, par des moyens prompts et faciles; traduit de l'anglais par M. Tarbery, accompagné d'un Atlas renfermant un grand nombre de modèles mis en français. *Nouvelle édition*. 3 fr.

— DU CARTONNIER, DU CARTIER ET DU FABRICANT DE CARTONNAGE, ou l'Art de faire toutes sortes de cartons, de cartonnages et de cartes à jouer, contenant les meilleurs procédés pour gaufrer colorier, vernir, dorer, couvrir en paille, en soie, etc., les ouvrages en carton; par M. Lebrun, membre de plusieurs sociétés savantes. Un vol. orné d'un grand nombre de fig. 3 fr.

— DU CHARPENTIER, ou Traité complet et simplifié de cet art; par

M HANUS et BISTON (VALENTIN). *Troisième édition.* Un vol. orné de 12 planches. 3 fr. 50 c.

**MANUEL DU CHAMOISEUR, MAROQUINIER, PEAUSSIER ET PARCHEMINIER,** contenant les procédés les plus nouveaux, toutes les découvertes faites jusqu'à ce jour, et toutes les connaissances nécessaires à ceux qui veulent pratiquer ces arts; par M. DESSABLES. Un vol. orné de pl. 3 fr.

— **DU CHANDELIER ET DU CIRIER,** suivi de l'Art du fabricant de cire à cacheter; par M. SÉBASTIEN LENORMAND, professeur de technologie, etc. Un gros vol. orné de pl. 3 fr.

— **DU CHARCUTIER,** ou l'Art de préparer et de conserver les différentes parties du cochon, d'après les plus nouveaux procédés, précédé de l'art d'élever les porcs, de les engraisser et de les guérir; par une réunion de Charcutiers, et rédigé par madame CELNART. Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DU CHASSEUR,** contenant un Traité sur toutes les chasses; un vocabulaire des termes de vénerie, de fauconnerie et de chasse; les lois, ordonnances de police, etc., sur le port d'armes, la chasse, la pêche, la louveterie. *Cinquième édition.* Un vol. avec fig et musique. 3 fr

— **DU CHAUFOURNIER,** contenant l'art de calciner la pierre à chaux et à plâtre, de composer toutes sortes de mortiers ordinaires et hydrauliques, ciments, pouzzolanes artificielles, bétons, mastics, briques crues, pierres et stues, ou marbres factices propres aux constructions; par M. BISTON. Un gros vol. 3 fr.

— **DE CHIMIE,** ou Précis élémentaire de cette science, dans l'état actuel de nos connaissances; *Quatrième édition,* revue, corrigée, et très augmentée, par M. VERGNAUD. Un gros vol. orné de fig. 3 fr. 50 c.

— **DE CHIMIE AMUSANTE,** ou nouvelles Récréations chimiques, contenant une suite d'expériences curieuses et instructives en chimie, d'une exécution facile, et ne présentant aucun danger; par FRÉDÉRIC ACCUM, suivi de notes intéressantes sur la Physique, la Chimie, la Minéralogie, etc. par SAMUEL PARKES. *Quatrième édition,* revue par M. VERGNAUD. Un vol. orné de fig. 3 fr.

— **DU COLORISTE,** ou Instruction complète et élémentaire pour l'enluminure, le lavis et la retouche des gravures, images, lithographies, planches d'histoire naturelle, cartes géographiques et plans topographiques, contenant la description des instrumens et ustensiles propres au Coloriste, la composition, les qualités, le mélange, l'emploi des couleurs, et les différens travaux d'enluminure: par M. A.-M. PERROT, revu et augmenté par M. E. BLANCHARD, peintre d'histoire naturelle. un vol. orné de fig. 2 fr. 50. c.

**ART DE SE COIFFER SOI-MÊME,** enseigné aux dames, suivi du MANUEL DU COIFFEUR, précédé de préceptes sur l'entretien, la beauté et la conservation de la chevelure, etc., etc.; par M. VILLARET. Un joli vol. 2 fr. 50 c

**MANUEL DE LA BONNE COMPAGNIE,** ou Guide de la politesse des égards, du bon ton et de la bienséance. *Septième édition.* Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DU CHARRON ET DU CARROSSIER,** ou l'Art de fabriques toutes sortes de voitures; par M. NOSBAN. Deux vol. ornés de pl. 6 fr.

— **DU CONSTRUCTEUR DES MACHINES A VAPEUR,** par M. JANVIER, officier au corps royal de la marine. Un vol. orné de pl. 2 fr. 50 c.

— **DU CONSTRUCTEUR DES CHEMINS DE FER,** ou essai sur les principes généraux de l'art de construire les chemins de fer par M. EU. BIOT. un vol. 3 f.

— **POUR LA CONSTRUCTION ET LE DESSIN DES CARTES GÉOGRAPHIQUES,** contenant des considérations générales sur l'étude de la géographie, l'usage des cartes et les principes de leur rédaction, le tracé linéaire des projections, les instrumens qui servent aux différentes opérations, et la manière de dessiner toutes espèces de cartes; par A.-M. PERROT; ouvrage orné d'un grand nombre de pl. Un vol. 3 fr.

— **DE L'ACCORDEUR**, ou l'Art d'accorder le Piano, mis à la portée de tout le monde; par M. Giorgio di Roma. 1 fr. 25 c.

— **DU BANQUIER, DE L'AGENT DE CHANGE ET DU COURTIER**, contenant les lois et règlemens qui s'y rapportent, les diverses opérations de change, courtage et négociation des effets à la Bourse; par M. Peuchet. Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DU BIJOUTIER, DU JOAILLIER ET DE L'ORFÈVRE**, ou Traité complet et simplifié de ces arts; par M. Julia de Fontenelle. Deux vol. ornés de pl. 7 fr.

**MANUEL DU BONNETIER ET DU FABRICANT DE BAS**, ou Traité complet et simplifié de ces arts; par MM. V. Leblanc et Préaux Caltot. Un vol. orné de pl. 3 fr.

— **DE BOTANIQUE**, contenant les principes élémentaires de cette science, la Glossologie, l'Organographie et la Physiologie végétale, la Phytothérocie, l'Analyse de tous les systèmes, tant naturels qu'artificiels, faits sur la distribution des plantes, depuis Aristote jusqu'à ce jour; et le développement du système des familles naturelles; par M. Boitard. *Troisième édition*. Un vol. orné de planches. 3 fr. 50 c.

— **DE BOTANIQUE**, deuxième partie: **FLORE FRANÇAISE**, ou Description synoptique de toutes les plantes phanérogames et cryptogames qui croissent naturellement sur le sol français, avec les caractères des genres des cgames et l'indication des principales espèces; par M. Boisduval. Trois gros 10 fr 50 c.

**ATLAS DE BOTANIQUE**, composé de 120 planches, représentant la plupart des planches décrites dans les ouvrages ci dessus

Figures noires, 18 fr. Figures coloriées, 36 fr.

**MANUEL DU BOTTIER ET DU CORDONNIER**, ou Traité complet de ces arts, par M. Morin. Un vol orné de pl. 3 fr

— **DE BIOGRAPHIE**, ou Dictionnaire historique abrégé des grands hommes; par M. Jacquelin et par M. Noel, inspecteur général des études. Deux vol. *Deuxième édition*. 6 fr.

— **DU BOULANGER, DU NÉGOCIANT EN GRAINS, DU MEUNIER ET DU CONSTRUCTEUR DE MOULINS**. *Troisième édition*, entièrement refondue, par MM. Julia Fontenelle et Bernoit. 2 gros vol. ornés de pl. 5 fr.

— **DU BOURRELIER ET DU SELLIER**, contenant la description de tous les procédés usuels, perfectionnés ou nouvellement inventés, pour garnir toutes sortes de voitures, et préparer les attelages; par M. Lebrun. Un vol. orné de fig. 3 fr.

— **COMPLET DU BLANCHIMENT ET DU BLANCHISSAGE, NETTOYAGE ET DÉGRAISSAGE DES FILS ET ÉTOFFES DE CHANVRE, LIN, COTON, LAINE, SOIE**, ainsi que de la Cire, des Eponges, de la Laque, du Papier, de la Paille, etc., offrant l'exposé de toutes les découvertes, perfectionnemens et pratiques nouvelles dont les arts se sont enrichis, tant en France que dans l'étranger; par M. Julia de Fontenelle. Deux vol. ornés de pl. 5 fr.

— **DU BRASSEUR**, ou l'Art de faire toutes sortes de bières, contenant tous les procédés de cet art; traduit de l'anglais de Accum, par M. Riffault. *Deuxième édition*, revue, corrigée et augmentée. Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DE CALLIGRAPHIE**, methode complète de Carstairs, dite Américaine, ou l'Art d'écrire en peu de leçons, par des moyens prompts et faciles; traduit de l'anglais par M. Tremery, accompagné d'un Atlas renfermant un grand nombre de modèles mis en français. *Nouvelle édition*. 3 fr.

— **DU CARTONNIER, DU CARTIER ET DU FABRICANT DE CARTONNAGE**, ou l'Art de faire toutes sortes de cartons, de cartonnages et de cartes à jouer, contenant les meilleurs procédés pour gauffrer colorier, vernir, dorer, couvrir en paille, en soie, etc., les ouvrages en carton; par M. Lenoir, membre de plusieurs sociétés savantes. Un vol. orné d'un grand nombre de fig 3 fr.

— **DU CHARPENTIER**, ou Traité complet et simplifié de cet art; par

M Hanus et Biston (Valentin). *Troisième édition.* Un vol. orné de 12 planches. 3 fr. 50 c.

**MANUEL DU CHAMOISEUR, MAROQUINIER, PEAUSSIER ET PARCHEMINIER,** contenant les procédés les plus nouveaux, toutes les découvertes faites jusqu'à ce jour, et toutes les connaissances nécessaires à ceux qui veulent pratiquer ces arts; par M. Dessables. Un vol. orné de pl. 3 fr.

— **DU CHANDELIER ET DU CIRIER,** suivi de l'Art du fabricant de cire à cacheter; par M. Sébastien Lenormand, professeur de technologie, etc. Un gros vol. orné de pl. 3 fr.

— **DU CHARCUTIER,** ou l'Art de préparer et de conserver les différentes parties du cochon, d'après les plus nouveaux procédés, précédé de l'art d'élever les porcs, de les engraisser et de les guérir; par une réunion de Charcutiers, et rédigé par madame Celnart. Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DU CHASSEUR,** contenant un Traité sur toutes les chasses; un vocabulaire des termes de vénerie, de fauconnerie et de chasse; les lois, ordonnances de police, etc., sur le port d'armes, la chasse, la pêche, la louveterie. *Cinquième édition.* Un vol. avec fig et musique. 3 fr

— **DU CHAUFOURNIER,** contenant l'art de calciner la pierre à chaux et à plâtre, de composer toutes sortes de mortiers ordinaires et hydrauliques, ciments, pouzzolanes artificielles, bétons, mastics, briques crues, pierres et stues, ou marbres factices propres aux constructions; par M. Biston. Un gros vol. 3 fr.

— **DE CHIMIE,** ou Précis élémentaire de cette science, dans l'état actuel de nos connaissances; *Quatrième édition,* revue, corrigée, et très augmentée, par M. Vergnaud. Un gros vol. orné de fig. 3 fr. 50 c.

— **DE CHIMIE AMUSANTE,** ou nouvelles Récréations chimiques, contenant une suite d'expériences curieuses et instructives en chimie, d'une exécution facile, et ne présentant aucun danger; par Frédéric Accum, suivi de notes intéressantes sur la Physique, la Chimie, la Minéralogie, etc. par Samuel Parkis. *Quatrième édition,* revue par M. Vergnaud. Un vol. orné de fig. 3 fr.

— **DU COLORISTE,** ou Instruction complète et élémentaire pour l'enluminure, le lavis et la retouche des gravures, images, lithographies, planches d'histoire naturelle, cartes géographiques et plans topographiques, contenant la description des instrumens et ustensiles propres au Coloriste, la composition, les qualités, le mélange, l'emploi des couleurs, et les différens travaux d'enluminure: par M. A.-M. Perrot, revu et augmenté par M. E. Blanchard, peintre d'histoire naturelle. un vol. orné de fig. 2 fr. 50. c.

**ART DE SE COIFFER SOI-MÊME,** enseigné aux dames, suivi du Manuel du Coiffeur, précédé de préceptes sur l'entretien, la beauté et la conservation de la chevelure, etc., etc.; par M. Villaret. Un joli vol. 2 fr. 50 c

**MANUEL DE LA BONNE COMPAGNIE,** ou Guide de la politesse des égards, du bon ton et de la bienséance. *Septième édition.* Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DU CHARRON ET DU CARROSSIER,** ou l'Art de fabriquer toutes sortes de voitures; par M. Nosban. Deux vol. ornés de pl. 6 fr

— **DU CONSTRUCTEUR DES MACHINES A VAPEUR,** par M. Janvier, officier au corps royal de la marine. Un vol. orné de pl. 2 fr. 50 c.

— **DU CONSTRUCTEUR DES CHEMINS DE FER,** ou essai sur les principes généraux de l'art de construire les chemins de fer par M. Ed. Biot. un vol. 3 f.

— **POUR LA CONSTRUCTION ET LE DESSIN DES CARTES GÉOGRAPHIQUES,** contenant des considérations générales sur l'étude de la géographie, l'usage des cartes et les principes de leur rédaction, le tracé linéaire des projections, les instrumens qui servent aux différentes opérations, et la manière de dessiner toutes espèces de cartes; par A.-M. Perrot; ouvrage orné d'un grand nombre de pl. Un vol. 3 fr.

— MANUEL PRATIQUE DES CONTRE-POISONS, ou Traitement des individus empoisonnés, asphyxiés, noyés ou mordus par des animaux enragés et des serpens, ou piqués par des insectes vénimeux, suivi des moyens à employer dans les cas de mort apparente, par M. le doct. Chaussier. Un vol. orné de fig. 2 fr. 50c.

— DES CONTRIBUTIONS DIRECTES, à l'usage des contribuables, des receveurs, des employés des contributions et du cadastre, suivi du mode des réclamations, et la marche à suivre pour obtenir une juste et prompte décision, etc.; par M. Delorme, ex contrôleur. Un vol. 2 fr. 50 c.

— DU COUTELIER, ou Traité théorique et pratique de l'art de faire tous les ouvrages de coutellerie; par M. Landrin. Un gros vol. orné de planches. 5 fr. 50 c.

— DE L'HISTOIRE NATURELLE DES CRUSTACÉS, contenant leur description et leurs mœurs, avec figures dessinées d'après nature, par les MM. Risso, de l'Institut; édition mise au niveau des connaissances actuelles, par M. Desmarets, correspondant de l'Académie royale des Sciences. Deux vol. 6 fr.

— DU CUISINIER ET DE LA CUISINIÈRE, à l'usage de la ville et de la campagne, contenant toutes les recettes les plus simples pour faire bonne chère avec économie, ainsi que les meilleurs procédés pour la pâtisserie et l'office, précédé d'un Traité sur la dissection des viandes, suivi de la manière de conserver les substances alimentaires, et d'un traité sur les vins; par M. Carbelli, ancien chef d'office. *Dixième édition.* Un gros vol. orné de 2 fr. 50 c.

— DU CULTIVATEUR-FORESTIER, contenant l'art de cultiver en forêts tous les arbres indigènes et exotiques, propres à l'aménagement des bois, l'explication des termes techniques employés dans le langage forestier et en botanique dendrologique: un extrait des lois concernant les propriétés particulières soumises au régime forestier et les fonctions des gardes; enfin une Flore dendrologique de la France; par M. Bottard, membre de plusieurs sociétés savantes nationales et étrangères. Deux vol. 5 fr.

— DU CULTIVATEUR FRANÇAIS, ou l'art de bien cultiver les terres, de soigner les bestiaux et de retirer des unes et des autres le plus de bénéfice possible; par M. Thiébaut de Berneaud. Deux vol. 6 fr.

— DE LA CORRESPONDANCE COMMERCIALE, contenant: un Dictionnaire des termes du Commerce des modèles et des formules épistolaires et de comptabilité, pour tous les cas qui se présentent dans les opérations commerciales, avec des notions générales et particulières sur leur emploi; par M. C. F. Reiss Lestienne. *Deuxième édition* revue, corrigée et augmentée d'un nouveau mode pour dresser les comptes d'intérêts, de plus, d'un traité sur les lettres de change, billets et autres effets de commerce, ainsi que de toutes les formules qui y sont relatives, etc. Un vol. 2 fr. 50 c.

— DES DAMES, ou l'Art de l'Elégance; par mad. Celnart. *Deuxième édition.* Un vol. orné de fig. 3 fr.

— DE LA DANSE, comprenant la théorie, la pratique et l'histoire de cet art, depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours; à l'usage des amateurs et des professeurs, par M. Blasis; traduit de l'anglais par M. P. Verneaud, et revu par M. Gardel. Un gros vol. orné de planches et musique. 5 fr. 50 c.

— DES DEMOISELLES, ou Arts et Métiers qui leur conviennent, tels que la couture, la broderie, le tricot, la dentelle, la tapisserie, les bourses, les ouvrages en filets, en chenille, en ganse, en perles, en cheveux, etc., etc.; enfin tous les arts dont les demoiselles peuvent s'occuper avec agrément; par mad. Elisabeth Celnart. *Quatrième édition.* Un vol. orné de planches. 3 fr.

— DU DESSINATEUR, ou Traité complet de cet art, contenant le dessin géométrique, le dessin d'après nature et le dessin topographique; par M. Parrot, etc. *Troisième édit.*, augmentée par M. Verchaud. Un vol. orné de planches. 3 fr.

**MANUEL DU DESSINATEUR ET DE L'IMPRIMEUR LITHOGRAPHE**, par M. Bascnatt, lithographe breveté. *Troisième édit.* Un vol. orné de lithographies. 3 fr.

— **DU DESTRUCTEUR DES ANIMAUX NUISIBLES**, ou l'Art de prendre et de détruire tous les animaux nuisibles à l'agriculture, au jardinage, à l'économie domestique, à la conservation des chasses, des étangs, etc. ; par M. Vénard. *Deuxième édition.* Un vol. orné de pl. 3 fr.

— **DU DISTILLATEUR LIQUORISTE**, ou Traité de la distillation en général, suivi de l'Art de fabriquer des liqueurs à peu de frais et d'après les meilleurs procédés ; par M. Lebaud. *Quatrième édit.* Un vol. 3 fr. 50 c.

— **DES DOMESTIQUES**, ou l'Art de former de bons serviteurs ; savoir : maîtres-d'hôtels, cuisiniers, cuisinières, femmes et valets de chambre, frotteurs, portiers, bonnes d'enfans, cochers, etc., par madame Celnart. Un vol. 2 fr. 50 c.

— **D'ÉCONOMIE DOMESTIQUE**, contenant toutes les recettes les plus simples et les plus efficaces sur l'économie rurale et domestique, à l'usage de la ville et de la campagne ; par mad. Celnart. *Deuxième édit.* Un vol. orné de figures. 2 fr. 50 c.

— **D'ÉCONOMIE POLITIQUE**, par M. J. Pautet. Un volume. 2 fr. 50 c.

— **DES ÉCOLES PRIMAIRES MOYENNES ET NORMALES**, ou Guide complet des instituteurs et des institutrices, contenant, 1° l'exposé des principes et des méthodes d'instruction et d'éducation populaire de tous les degrés ; 2° des Catalogues pour la composition de bibliothèques populaires ; 3° des Lois, Circulaires et Réglemens de l'autorité sur l'enseignement primaire ; 4° des Plans pour la construction de maisons d'écoles, et la distribution des salles de classes ; par un membre de l'Université, et revu par M. Matter, inspecteur général des études. Un vol. orné de planches. 2 fr. 50 c.

— **D'ENTOMOLOGIE**, ou Histoire naturelle des Insectes, contenant la synonymie et la description de la plus grande partie des espèces d'Europe et des espèces exotiques les plus remarquables ; par M. Boitard. Deux gros vol. 7 fr.

**ATLAS D'ENTOMOLOGIE**, composé de 110 planches représentant les insectes décrits dans l'ouvrage ci-dessus.
Figures noires. 17 fr. — Figures coloriées. 34 fr.

**MANUEL D'ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE**, par M. Kuhlle. Un vol. orné de planches. 2 fr. 50 c.

— **D'ÉQUITATION**, à l'usage des deux sexes, contenant le manége civil et militaire ; le manége pour les dames, la conduite des voitures, les soins et l'entretien du cheval en santé ; les soins à donner au cheval en voyage, les notions de médecine vétérinaire indispensables pour attendre les secours réguliers de l'art ; l'achat, le signalement et l'éducation des chevaux, orné de cinquante jolies figures lithographiées par V. Adam. Par M. A. D. Vergnaud. Un vol. 3 fr.

— **DU STYLE ÉPISTOLAIRE**, ou Choix de lettres puisées dans nos meilleurs auteurs, précédé d'instructions sur l'Art épistolaire, et de notices biographiques ; par M. Biscarrat, professeur. Un gros vol. *Deuxième édition.* 2 fr. 50 c.

— **DE L'ESSAYEUR**, par M. Vauquelin ; suivi de l'Instruction de M. Gay-Lussac sur l'essai des matières d'or et d'argent par la voie humide, et des dispositions du laboratoire de la monnaie de Paris, par M. Dancet ; édition publiée par M. Vergnaud, ancien élève de l'École polytechnique. Un vol. orné de planch. 3 fr.

— **DU FABRICANT D'ÉTOFFES IMPRIMÉES ET DU FABRICANT DE PAPIERS PEINTS**, contenant les procédés les plus nouveaux pour imprimer les étoffes de coton, de lin, de laine et de soie, et pour colorer la surface de toutes sortes de papiers ; par M. Sébastien Lenormand. Un vol. orné de pl. 3 fr.

— **DU FABRICANT D'INDIENNES**, renfermant les impressions des laines, des chalis et des soies, précédé de la description botanique et chimique des matières colorantes. Ouvrage orné de planches, et destiné à faire suite au Ma-

*sant du fabricant d'étoffes imprimées et de papiers peints*, par M. L.-J.-S. THÉNARD, professeur de chimie appliquée aux arts et à la teinture. Un vol. 3 fr. 50 c.

MANUEL DU FABRICANT DE DRAPS, ou Traité général de la fabrication des draps; par M. BONNET. Un vol. 3 fr.

— DU FABRICANT ET DE L'ÉPURATEUR D'HUILE, suivi d'un Aperçu sur l'éclairage par le gaz; par M. JULIA FONTENELLE. Un vol. orné de pl. 3 fr.

— DU FABRICANT DE CHAPEAUX EN TOUS GENRES, tels que feutres divers, sclakos, chapeaux de soie, de coton, et autres étoffes élémenteuses; chapeaux de plumes, de cuir, de paille, de bois, d'osier, etc., enrichi de tous les brevets d'invention; par MM. CLUS et P., fabricans. JULIA FONTENELLE professeur de chimie. Un vol. orné de pl. 3 fr.

— DU FABRICANT DE GANTS, considéré dans ses rapports avec la ganterie, la chamoiserie et les diverses opérations qui s'y rattachent, par M. VALLAT D'ARVOIS, ancien fabricant. Un vol. orné de planch. 3 fr. 50 c.

— DU FABRICANT DE PAPIERS, ou Traité complet de cet art; par M. SÉBASTIEN LENORMAND. Deux vol. ornés d'un grand nombre de pl. 10 fr. 50 c.

— DU FABRICANT DE PRODUITS CHIMIQUES, ou Formules et Procédés usuels relatifs aux matières que la chimie fournit aux arts industriels à la médecine et à la pharmacie, renfermant la description des opérations et des principaux ustensiles en usage dans les laboratoires; par M. THILLAYE, professeur de chimie, chef des travaux chimiques de l'ancienne fabrique de M. Vauquelin. Deux vol. ornés de pl. 7 fr.

— DU FABRICANT ET DU RAFFINEUR DU SUCRE, ou Exposé des différens moyens d'extraire le sucre et de le raffiner; par MM. BLACHETTE et ZOEGA. *Second édition*, revue par M. JULIA FONTENELLE. Un vol. orné de pl. 3 fr. 50 c.

— THÉORIQUE ET PRATIQUE DU FABRICANT DE CIDRE ET DE POIRÉ, avec les moyens d'imiter avec le suc des pommes ou des poires le vin de raisin, l'eau-de-vie et le vinaigre de vin; suivi de l'art de faire les vins de fruits et les vins de liqueurs artificiels, de composer des aromes ou bouquets des vins, et de faire avec les raisins de tous les vignobles, soit les vins de Lunel, Bourgogne, du Cher, de Touraine, de Saint-Gilles, de Roussillon, de Bordeaux et autres. Ouvrage indispensable aux marchands de vins, fabricans de cidre, cultivateurs, et aux amis de l'économie domestique, avec figures, par M. L.-F. DUBUC. Un vol. 2 fr. 50 c.

— DU FERBLANTIER ET DU LAMPISTE, ou l'Art de confectionner en ferblanc tous les ustensiles possibles, l'étamage, le travail du zinc, l'art de fabriquer les lampes d'après tous les systèmes anciens et nouveaux; orné d'un grand nombre de figures et de modèles pris dans les meilleurs ateliers; par M. LEBRUN. Un vol. in-18. 3 fr.

— DU FLEURISTE ARTIFICIEL, ou l'Art d'imiter d'après nature toute espèce de fleurs, en papier, batiste, mousseline et autres étoffes de coton: en gaze, taffetas, satin, velours; de faire des fleurs en or, argent, chenille, plumes, paille, baleine, cire, coquillages, et autres fleurs de fantaisie: les fruits artificiels; et contenant tout ce qui est relatif au commerce des fleurs; suivi de L'ART DU PLUMASSIER, par madame CELNART. Un vol. de fig. 2 fr. 50 c.

— DU FONDEUR SUR TOUS MÉTAUX, ou Traité de toutes les opérations de la fonderie, contenant tout ce qui a rapport à la fonte et au moulage du cuivre, à la fabrication des pompes à incendie et des machines hydrauliques, etc., etc.; par M. LAUNAY, fondeur de la colonne de la place Vendôme, etc. Deux vol. ornés d'un grand nombre de pl. 7 fr.

— THÉORIQUE ET PRATIQUE DU MAITRE DE FORGES, ou l'Art de travailler le fer; par M. LANDRIN, ingénieur civil. Deux vol. ornés de pl. 5 fr.

MANUEL-FORMULAIRE DE TOUS LES ACTES SOUS SIGNATURES PRIVÉES, par M. BIRET, jurisconsulte. Un vol. 2 fr. 50 c.

**MANUEL DES GARDES CHAMPÊTRES, FORESTIERS, GARDES PÊCHES**, contenant l'exposé méthodique des lois, etc.; sur leurs attributions fonctions, droits et devoirs, avec les formules et modèles des rapports et des procès verbaux; par M. BOTARD *Nouvelle édition.* Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DES GARDES MALADES**, et des personnes qui veulent se soigner elles-mêmes; ou l'Ami de la santé, contenant un exposé clair et précis des soins à donner aux malades de tout genre; par M. MORIN, docteur en médecine. Un vol. *Troisième édition.* 2fr. 50 c.

— **DES GARDES NATIONAUX DE FRANCE**, contenant l'école du soldat et de peloton, d'après l'ordonnance du 4 mars 1831, l'entretien des armes, etc., précédé de la nouvelle loi de 1831 sur la garde nationale l'état-major, le modèle du drapeau, l'ordre du jour sur l'uniforme en général, et celui pour les communes rurales: adopté par le général en chef; par. M. R. L. *Trente-deuxième édition*, ornée d'un grand nombre de figures représentant les divers uniformes de la gard nationale, et toutes celles necessaires pour l'exercice et les manœuvres. Un gros vol. in-18, 1 fr. 25 c., et 1 fr. 75 c. par la poste. L'on ajoutera 50 c. pour recevoir le même ouvrage avec tous les uniformes coloriés.

— **GÉOGRAPHIQUE**, ou le nouveau Géographe-manuel, contenant la description statistique et historique de toutes les parties du monde; la Concordance des calendriers; une Notice sur les lettres de change, bons au porteur, billets à ordre, etc.; le Système métrique, la Concordance des mesures anciennes et nouvelles; les Changes et Monnaies étrangères évaluées en francs et centimes; par ALEXANDRE DEVILLIERS. Un gros vol. orné de pl. *Quatrième édition.* 3 fr. 50 c.

— **DE GÉOGRAPHIE PHYSIQUE, HISTORIQUE ET TOPOGRAPHIQUE DE LA FRANCE**, divisée par Bassins; par M. V. A. LOMOL, chef d'institution, membre de la société de géographie. *Deuxième édition*, revue, corrigée et considérablement augmentée. Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DE GÉOMETRIE**, ou Exposition élémentaire des principes de cette science, comprenant les deux trigonométries, la théorie des projections, et les principales propriétés des lignes et surfaces du second degré, à l'usage des personnes privées des secours d'un maître; par M. TARQUEM. *Deuxième édition* Un gros vol. orné de pl. 3 fr. 50 c.

— **DE GYMNASTIQUE**, par M. le colonel AMOROS. Deux gros vol et Atlas composé de 80 pl. 10 fr. 50 c.

— **DU GRAVEUR**, ou Traité complet de l'Art de la gravure en tous genres, d'après les renseignemens fournis par plusieurs artistes, et rédigé par M. PERROT. Un vol. 4 fr.

— **DES HABITANS DE LA CAMPAGNE ET DE LA BONNE FERMIÈRE**, ou Guide pratique des travaux à faire à la campagne; par mesdames GACON-DUFOUR ET CHEMANT. *Deuxième édition.* Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DE L'HERBORISTE, DE L'ÉPICIER-DROGUISTE ET DU GRAINIER PÉPINIÉRISTE**, contenant la description des végétaux, les lieux de leur naissance, leur analyse chimique et leurs propriétés médicales; par MM. JULIA FONTENELLE ET TOLLARD. Deux gros vol. 7 fr.

— **D'HISTOIRE NATURELLE**, comprenant les trois règnes de la Nature, ou *Genera* complet des animaux, des végétaux et des minéraux; par M. BOITARD. Deux gros vol. 7 fr.

*Atlas des différentes parties de l'Histoire naturelle, et qui se vendent séparément.*

ATLAS POUR LA BOTANIQUE, composé de 120 pl., fig. noires. 18 fr. Fig. coloriées. 36 fr.

— POUR LES MOLLUSQUES, représentant les mollusques nus et les coquilles, 81 pl., fig. noires, 7 fr. Fig. coloriées. 14 fr.

— POUR LES CRUSTACÉS, 18 pl., fig. noires, 3 fr. Fig. coloriées. 6 fr.

ATLAS POUR LES INSECTES, 170 pl., fig. noires, 27 fr. Fig. coloriées. 54 fr.

— POUR LES MAMMIFÈRES, 80 pl., fig. noires, 24 fr. Fig. coloriées. 44 fr.

— POUR LES MINÉRAUX, 40 pl., fig. noires, 6 fr. Fig. coloriées. 12 fr.

— POUR LES OISEAUX, 429 pl., fig. noires, 20 fr. Fig. coloriées. 40 fr.

— POUR LES POISSONS, 155 pl., fig. noires, 24 fr. Fig. coloriées. 48 fr.

— POUR LES REPTILES, 54 pl., fig. noires, 9 fr. Fig. coloriées. 18 fr.

— POUR LES ZOOPHYTES, représentant la plupart des vers et des animaux plantes, 25 pl., fig. noires, 6 fr. Fig. coloriées. 12 fr.

MANUEL DE L'HORLOGER, ou Guide des ouvriers qui s'occupent de la construction des machines propres à mesurer le temps; par M. Sébastien Lenormand. Un gros vol. orné de pl. 3 fr. 50 c.

— D'HYGIÈNE, ou l'Art de conserver sa santé; par M. Moara, docteur-médecin. Un vol. 1 fr.

— DU JARDINIER, ou l'Art de cultiver et de composer toutes sortes de jardins; ouvrage divisé en deux parties: la première contient la culture des jardins potagers et fruitiers; la seconde, la culture des fleurs, et tout ce qui a rapport aux jardins d'agrément; dédié à M. Tuoum, ex-professeur de culture au Muséum d'histoire naturelle, membre de l'Institut, etc.; par M. Bailly, son élève. *Sixième édition*, revue, corrigée et considérablement augmentée. Deux gros vol. ornés de pl. 5 fr.

MANUEL DU JARDINIER DES FRILEURS, ou l'Art de forcer la nature à donner ses productions en tout temps; par MM. Noisette et Bosse. Un vol. orné de pl. 3 fr.

— DE L'ARCHITECTE DES JARDINS, ou l'Art de les composer et de les décorer; par M. Boitard, ouvrage orné de 120 pl. gravées sur acier. 15 fr.

— DU JAUGEAGE ET DES DÉBITANS DE BOISSONS, contenant les tarifs très simplifiés en anciennes et nouvelles mesures, relatifs à l'art de jauger; toutes les lois, ordonnances, règlemens sur les boissons, etc., etc., par M. Lacroix, membre de la Légion-d'Honneur, et par M. D..., avocat à la Cour royale de Paris. Un vol. orné de fig. 5 fr.

— DES JEUNES GENS, ou Sciences, arts et récréations qui leur conviennent, et dont ils peuvent s'occuper avec agrément et utilité, tels que les jeux de balles, etc.; la gymnastique, l'escrime, la natation, etc.; les arts mécaniques, l'arithmétique, l'optique, l'aérostatique, la chimique, etc.; tours de magie, de cartes, feux d'artifice, jeux de dames d'échecs, etc.; traduit de l'anglais par Part. Verhaeghe. Ouvrage orné d'un grand nombre de vignettes gravées sur bois par Gerard. Deux vol. 6 fr.

— DES JEUX DE CALCUL ET DE HASARD, ou nouvelle Académie des jeux, contenant tous les jeux préparés simples, tels que les jeux de l'Oie, de Loto, de Domino, les jeux préparés composés, comme Dames, Tric-trac, Echecs, Billard, etc.; 1° tous les jeux de Cartes, soit simples, soit composés, 2° les jeux d'enfans, les jeux communs, tels que la Bête, la Mouche, le Triomphe, etc.; 3° les jeux de salon, comme le Boston, le Reversis, le Whist, 4° les jeux d'application, le Piquet, etc.; 5° les jeux de distraction, comme le Commerce, le Vingt-et-Un, etc.; 6° enfin les jeux spéculatifs dits le *Hasard*, tels que le Pharaon, le Trente et Quarante, la Roulette, etc. *Seconde édition*; par M. Lebrun. Un vol. 3 fr.

— DES JEUX DE SOCIÉTÉ, renfermant tous les jeux qui conviennent aux jeunes gens des deux sexes, tels que Jeux de jardin, Rondes, Jeux-Rondes, Jeux publics, Momagnes russes et autres; Jeux de salon, Jeux préparés: Jeux-Gages, Jeux d'Attrape, d'Action, Charades en action: Jeux de Mémoire, Jeux d'Esprit, Jeux de Mots, Jeux-Proverbes, Jeux-Pénitences, etc.; par madame Celnart. *Deuxième édition*. Un gros vol. 5 fr.

— DES CLASSES ÉLÉMENTAIRES DE LATIN, ou Cours de thèmes pour les huitième et septième, par M. Burin, instituteur. Un vol. 1 fr. 50 c.

**MANUEL DU LIMONADIER ET DU CONFISEUR**, contenant les meilleurs procédés pour préparer le café, le chocolat, le punch, les glaces, boissons rafraîchissantes, liqueurs, fruits à l'eau-de-vie, confitures, pâtes, cuirs, marmelades, vins artificiels, pâtisserie légère, bière, cidre, eaux, pommades et poudres cosmétiques, vinaigres de ménage et de toilette, etc., etc.; par M. Cadet-de-Gassicourt. Un gros vol. *Sixième édition* 2 fr. 50 c.

— **DE LITTÉRATURE A L'USAGE DES DEUX SEXES**, contenant un précis de rhétorique, un traité de la versification française, la définition de tous les différens genres de compositions en prose et en vers, avec des exemples tirés des prosateurs et des poètes les plus célèbres, et des préceptes sur l'art de lire à haute voix, par M. Vanin. *Troisième édition*, revue par madame d'Hautefeuille. Un vol. in-12. 1 fr. 75 c.

— **DU LUTHIER**, contenant, 1° la construction intérieure et extérieure des instrumens à archets, tels que Violons, Alto, Basses et Contre-Basses; 2° la construction de la Guitare; 3° la confection de l'Archet; par M. J. C. Mapson. Un vol., orné de planches. 2 fr. 50 c.

— **DU MAÇON-PLATRIER, DU CARRELEUR, DU COUVREUR ET DU PAVEUR**; par Toussaint. Un vol. orné de planches. 2 fr.

— **DE LA MAITRESSE DE MAISON ET DE LA PARFAITE MÉNAGÈRE**, ou Guide pratique pour la gestion d'une maison, à la ville, et à la campagne, contenant les moyens d'y maintenir le bon ordre et d'y établir l'abondance, de soigner les enfans, de conserver les substances alimentaires, etc., etc. *Troisième édition*, revue par madame Celnart. Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DE MAMMALOGIE**, ou l'Histoire naturelle des Mammifères; par M. Lesson, membre de plusieurs Sociétés savantes. 1 gros vol. 3 fr. 50 c.

**ATLAS DE MAMMALOGIE**, composé de 80 planches représentant la plupart des animaux décrits dans l'ouvrage ci-dessus. Figures noires. 12 fr. Figures coloriées. 24 fr.

**MANUEL COMPLET DES MARCHANDS DE BOIS ET DE CHARBONS**, ou Traité de ce commerce en général, contenant tout ce qu'il est utile de savoir, depuis l'ouverture des adjudications des coupes jusques et compris l'arrivée et le débit des bois et charbons, ainsi que le précis des lois, ordonnances, réglemens, etc., sur cette matière; suivi de Nouveaux Tarifs pour le cubage et le mesurage des bois de toute espèce, en anciennes et nouvelles mesures; par M. Mame de l'Isle, ancien agent du flottage des bois. *Seconde édition*. Un vol. 3 fr.

— **DU MÉCANICIEN-FONTAINIER, POMPIER, PLOMBIER**, contenant la théorie des pompes ordinaires, des machines hydrauliques les plus usitées, et celle des pompes rotatives, leur application à la navigation sous-marine, à un mode de nouveau réfrigérant; l'Art du Plombier, et la description des appareils les plus nouveaux relatifs à cette branche d'industrie; par MM. Jannin et Bistos. *Deuxième édition*. Un vol., orné de planches. 3 fr.

— **D'APPLICATIONS MATHÉMATIQUES, USUELLES ET AMUSANTES**, contenant des problèmes de Statique, de Dynamique, d'Hydrostatique et d'Hydrodynamique, de Pneumatique, d'Acoustique, d'Optique, etc., avec leurs solutions; des notions de Chronologie, de Gnomonique, de Levée des Plans, de Nivellement, de Géométrie pratique, etc., avec les formules y relatives: plus, un grand nombre de tables usuelles, et terminé par un Vocabulaire renfermant la substance d'un Cours de Mathématiques élémentaires; par M. Richard. *Deuxième édition*. Un gros vol. 3 fr.

— **SIMPLIFIÉ DE MUSIQUE**, ou Nouvelle Grammaire, contenant les principes de cet art; par M. Le Duc. Un vol. 1 fr. 50 c.

— **DE MÉCANIQUE**, ou Exposition élémentaire des lois de l'équilibre et du mouvement des corps solides, à l'usage des personnes privées des secours d'un maître; par M. Tarbé. *Deuxième édition*. Un gros vol., orné de planches. 3 fr. 50 c.

— **DE MÉDECINE ET CHIRURGIE DOMESTIQUES**, contenant un choix des remèdes les plus simples et les plus efficaces pour la guérison de toutes

les maladies internes et externes qui affligent le corps humain. *Troisième édition*, entièrement refondue et considérablement augmentée; par M. Mor[illegible] docteur médecin. Un vol 3 fr. 50.

**MANUEL DU MENUISIER EN MEUBLES ET EN BATIMENS**, ou l'Art de l'ébéniste, contenant tous les détails utiles sur la nature des bois indigènes et exotiques, la manière de les teindre, de les travailler, d'en faire toutes espèces d'ouvrages et de meubles, de les polir et vernir, d'exécuter toutes sortes de planches et de marqueterie; par M. Nosban, menuisier-ébéniste. *Quatrième édition*, Deux vol., ornés de planches. 6 fr.

— **DE LA JEUNE MÈRE**, ou Guide pour l'éducation physique et morale des enfans; par madame Campan, surintendante d'Ecouen. Un vol. 3 fr.

— **DE MÉTÉOROLOGIE**, ou Explication théorique et démonstrative des phénomènes connus sous le nom de météores; par M. Fellens. Un vol., orné de planches. 3 fr. 50 c.

— **DE MINERALOGIE** ou Traité élémentaire de cette science, d'après l'état actuel de nos connaissances; par M. Blondeau *Troisième édition*, revue par M. Julia Fontenelle. Un gros vol 3 fr. 50 c.

**ATLAS DE MINÉRALOGIE**, composé de 40 planches représentant la plupart des minéraux décrits dans l'ouvrage ci-dessus:

Figures noires. 6 fr. Figures coloriées 12 fr.

— **DE MINIATURE ET DE GOUACHE**, par M. Constant Viguier, suivi du Manuel du Lavis a la seppia et de l'Aquarelle, par M. Langlois de Longueville. *Troisième édition*. Un gros vol., orné de planches. 3 fr.

— **D'HISTOIRE NATURELLE MÉDICALE ET DE PHARMACOGRAPHIE**, ou Tableau synoptique, méthodique et descriptif des produits que la médecine et les arts empruntent à l'histoire naturelle; *res non verba*. par M. R. P. Lesson, pharmacien en chef de la marine et professeur de chimie à l'école de médecine de Rochefort. Deux vol. 5 fr.

— **DE L'HISTOIRE NATURELLE DES MOLLUSQUES ET DE LEURS COQUILLES**, ayant pour base de classification celle de M. Cuvier. par M. Rang. Un gros vol, orné de planches. 3 fr. 50 c.

**ATLAS POUR LES MOLLUSQUES**, représentant les Mollusques nus et les coquilles, 51 planches. Figures noires. 7 fr.

Figures coloriées. 14 fr.

**MANUEL DU MOULEUR**, ou l'Art de mouler en plâtre, carton, carton-pierre, carton cuir, cire, plomb, argile, bois, écaille, corne, etc, etc., contenant tout ce qui est relatif au moulage sur nature morte et vivante, au moulage de l'argile, etc.; par M. Lebrun Un vol., orné de figures. 2 fr. 50 c.

— **DU MOULEUR EN MÉDAILLES**, ou l'Art de les mouler en plâtre, en soufre, en cire, à la mie de pain et en gélatine, ou à la colle-forte: suivi de l'art de clicher ou de frapper les creux et les reliefs en métaux, par M. F. B. Robert, membre de la société d'émulation du Jura. Un vol. 1 fr. 50 c.

— **DU NATURALISTE PRÉPARATEUR**, ou l'Art d'empailler les animaux, de conserver les végétaux et les minéraux; par M. Boitard. Un vol. *Troisième édition*. 3 fr.

— **DU NÉGOCIANT ET DU MANUFACTURIER**, contenant les Lois et Règlemens relatifs au commerce, aux fabriques et à l'industrie; la connaissance des marchandises; les usages dans les ventes et achats; les poids, mesures, monnaies étrangères; les douanes et les tarifs des droits; par M. Peuchet. Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DES OFFICIERS MUNICIPAUX**, Nouveau guide des maires, adjoints et conseillers municipaux, dans leurs rapports avec l'ordre administratif et l'ordre judiciaire, les collèges électoraux, la garde nationale, l'armée, l'administration forestière, l'instruction publique et le clergé, selon la législation nouvelle; suivi d'un formulaire de tous les actes d'administration et de procédure administrative et judiciaire; par M. Boyard. *Deuxième édit.* Un gros vol. 3 fr.

— **SIMPLIFIÉ DE L'ORGANISTE**, ou nouvelle méthode pour exécuter sur l'orgue tous les offices de l'année, selon les rituels parisien et

romain, sans qu'il soit nécessaire de connaître la musique, par M. Miné, organiste de Saint-Roch; suivi des leçons d'orgue de Kegel. Un vol. in-8 oblong. 5 fr. 50 c.

**MANUEL D'OPTIQUE**, par MM. David Brewster, membre et correspondant de l'Institut de France et Vergnaud. Deux vol. ornés de pl. 6 fr.

— **D'ORNITHOLOGIE DOMESTIQUE**, ou Guide de l'amateur des oiseaux de volière, histoire générale et particulière des oiseaux de chambre, avec les préceptes que réclament leur éducation, leurs maladies, leur nourriture, etc, etc.; ouvrage entièrement refondu par M. R. P. Lesson. Un vol. 2 fr. 50 c.

— **D'ORNITHOLOGIE**, ou Description des genres et des principales espèces d'oiseaux; par M. Lesson. Deux gros vol. 7 fr.

**ATLAS D'ORNITHOLOGIE**, composé de 129 planches représentant les oiseaux décrits dans l'ouvrage ci-dessus. Figures noires. 20 fr.
Figures coloriées. 40 fr.

— **DE L'ORTHOGRAPHISTE**, ou Cours théorique et pratique d'orthographe, contenant des règles neuves ou peu connues sur le redoublement des consonnes, sur les diverses manières de représenter les sons rassemblans de la langue française, suivi d'un recueil d'exercices, d'un traité de ponctuation, etc., par T. Tarbat. Un vol. 2 fr. 50 c.

**MANUEL DU PARFUMEUR**, contenant les moyens de perfectionner les pâtes odorantes, les poudres de diverses sortes, les pommades, les savons de toilette, les eaux de senteur, les vinaigres, élixirs, etc., etc., et où se trouve indiqué un grand nombre de compositions nouvelles; par madame Celnart. *Deuxième édition.* Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DU MARCHAND PAPETIER ET DU RÉGLEUR**, contenant la connaissance des papiers divers, la fabrication des crayons naturels et factices gris, noirs et colorés; la préparation des plumes; des pains et de la cire à cacheter, de la colle à bouche, des sables, etc.; par M. Julia-Fontenelle et M. Poisson. Un gros vol. orné de planches. 3 fr.

— **DU PATISSIER ET DE LA PATISSIERE**, à l'usage de la ville et de la campagne, contenant les moyens de composer toutes sortes de pâtisseries; par M. Leblanc. *Deuxième édition.* Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DE PHARMACIE POPULAIRE**, simplifiée et mise à la portée de toutes les classes de la société, contenant les formules et les pratiques nouvelles publiées dans les meilleurs dispensaires, les cosmétiques et les médicamens par brevet d'invention, les secours à donner aux malades dans les cas urgens avant l'arrivée du médecin, etc.; par M. Julia Fontenelle. Deux vol. 6 fr.

— **DU PÊCHEUR FRANÇAIS**, ou Traité général de toutes sortes des pêches; l'Art de fabriquer les filets; un traité sur les étangs; un Précis des lois, ordonnances et règlemens sur la pêche, etc., etc.; par M. Person-Maisonneuve. *Deuxième édition.* Un vol., orné de figures. 3 fr.

— **DU PEINTRE EN BATIMENS, DU DOREUR ET DU VERNISSEUR**, ouvrage utile tant à ceux qui exercent ces arts qu'aux fabricans de couleur et à toutes les personnes qui voudraient décorer elles mêmes leurs habitations, leurs appartemens, etc.; par M. Vergnaud. *Sixième édition*, revue et augmentée. Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DU PEINTRE D'HISTOIRE ET DU SCULPTEUR**, par M. Arsenne. Deux vol. 6 fr.

— **DE PERSPECTIVE, DU DESSINATEUR ET DU PEINTRE**, contenant les Elémens de géométrie indispensables au tracé de la perspective, la perspective linéaire et aérienne, et l'étude du dessin et de la peinture, spécialement appliquée au paysage; par M. Vergnaud, ancien élève de l'Ecole Polytechnique. *Quatrième édition.* Un vol., orné d'un grand nombre de pl. 3 fr.

— **DE PHILOSOPHIE EXPERIMENTALE**, ou Recueil de dissertations sur les questions fondamentales de métaphysique, extraites de Locke, Condillac, Destutt Tracy, Degérando, La Romiguière, Jouffroy, Reid, Du-

Dugald Stewart, Kant, Cousin, etc.; ouvrage conçu sur le plan des leçons de M. Noël; par M. Amice, régent de rhétorique à l'Académie de Paris. Un gros vol. 3 fr. 50 c.

**MANUEL DE PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE, DE PHYSIQUE, DE CHIMIE ET DE MINÉRALOGIE, APPLIQUÉES À LA CULTURE**; par M. Boitard. Un vol. orné de pl. 3 fr.

— **DE PHYSIQUE**, ou Élémens abrégés de cette science, mis à la portée des gens du monde et des étudians, contenant l'exposé complet et méthodique des propriétés générales des corps solides, liquides et aériformes, ainsi que les phénomènes du son; suivi de la nouvelle Théorie de la lumière dans le système des ondulations, et de celles de l'électricité et du magnétisme réunies; par M. Bailly, élève de MM. Arago et Biot. *Sixième édition.* Un vol. orné de pl. 2 fr. 50 c.

— **DE PHYSIQUE AMUSANTE**, ou nouvelles Récréations physiques, contenant une suite d'expériences curieuses, instructives, et d'une exécution facile; ainsi que diverses applications aux arts et à l'industrie; suivi d'un Vocabulaire de physique; par M. Julia Fontenelle. *Quatrième édition.* Un vol. orné de pl. 3 fr.

— **DU POÊLIER-FUMISTE**, ou Traité complet de cet art, indiquant les moyens d'empêcher les cheminées de fumer, l'art de chauffer économiquement et d'aérer les habitations, les manufactures, les ateliers, etc.; par M. Ardenni et Julia Fontenelle. *Deuxième édition.* Un vol. orné de pl. 3 fr.

— **DES POIDS ET MESURES**, des Monnaies et du Calcul décimal; par M. Tarbé. *Quinzième édition.* Un vol. 3 fr.

— **DU PORCELAINIER, DU FAIENCIER ET DU POTIER DE TERRE**, suivi de l'Art de fabriquer les terres anglaises et de pipe, ainsi que les poêles, les pipes, les carreaux, les briques et les tuiles; par M. Boyer, ancien fabricant et pensionnaire du Roi. Deux vol. 6 fr.

— **DU PRATICIEN**, ou Traité complet de la science du Droit mise à la portée de tout le monde, où sont présentées les instructions sur la manière de conduire toutes les affaires, tant civiles que judiciaires, commerciales et criminelles, qui peuvent se rencontrer dans le cours de la vie, avec les formules de tous les actes, et suivi d'un Dictionnaire administratif abrégé; par MM. D*** et Rondonneau. *Troisième édition.* Un gros vol. 3 fr. 50 c.

— **DES PROPRIÉTAIRES D'ABEILLES**, contenant: 1° la ruche villageoise et lombarde, et les ruches à hausses, perfectionnées au moyen de petits grillages en bois, très faciles à exécuter; 2° des procédés pour réunir ensemble plusieurs ruches faibles, afin d'être dispensé de les nourrir; 3° une méthode très avantageuse de gouverner les abeilles, de quelque forme que soient leurs ruches, pour en tirer de grands profits; par J. Radouan. *Troisième édition*, corrigée, et suivie de l'Art d'élever les vers à soie et de cultiver le mûrier; par M. Morin. Un gros vol. orné de pl. 3 fr.

— **DU PROPRIÉTAIRE ET DU LOCATAIRE OU SOUS-LOCATAIRE**, tant de biens de ville que de biens ruraux; par M. Sergent. *Troisième édition.* Un volume. 2 fr. 50 c.

— **DE LA PURETÉ DU LANGAGE**, ou Dictionnaire des difficultés de la langue française, relativement à la prononciation, au genre des substantifs, à l'orthographe, à la syntaxe et à l'emploi des mots, où sont signalées et corrigées les expressions et les locutions vicieuses usitées dans la conversation; par MM. *Biscarrat* et *Boniface*. 1 vol. 2 fr. 50 c.

— **DU RELIEUR DANS TOUTES SES PARTIES**, précédé des Arts de l'assembleur, du brocheur, du marbreur, du doreur et du satineur; par M. Sébastien Lenormand. *Seconde édition.* Un gros vol. orné de pl. 3 fr.

— **DU SAPEUR-POMPIER**, contenant la description des machines en usage contre les incendies, l'ordre du service, les exercices pour la manœuvre des pompes, etc.; par M. Joly, capitaine; suivi de la description du tonneau hydraulique et de la pompe aspirante et foulante; par M. Lacroix. Un vol. avec pl. *Troisième édition*, 1 fr. 50 c.

**MANUEL DU SAVONNIER**, ou l'Art de faire toutes sortes de savons ; par une réunion de fabricans, et rédigé par mad. Gacon-Dufour et un professeur de chimie. Un vol. 3 fr.

— **DU SERRURIER**, ou Traité complet et simplifié de cet art, d'après les notes fournies par plusieurs Serruriers distingués de la capitale, et rédigé par M. le comte de Grandpré. *Seconde édition*. Un vol. orné de pl. 3 fr.

— **DU SOMMELIER**, ou Instruction pratique sur la manière de soigner les vins ; contenant la dégustation, la clarification, le collage et la fermentation secondaire des vins, les moyens de prévenir leur altération et de les rétablir lorsqu'ils sont dégénérés, de distinguer les vins purs des vins mélangés, frelatés ou artificiels, etc., etc. ; dédié à M. le comte Chaptal par M. Julien ; quatrième édition. 1 vol. in-18, orné d'un grand nombre de figures. 4 fr.

— **DE STÉNOGRAPHIE**, ou l'Art de suivre la parole en écrivant, par M. Hip. Prévost. Un volume, orné de planches. 1 fr. 75 c.

— **DU TAILLEUR D'HABITS**, ou Traité complet et simplifié de cet art, contenant la manière de tracer, couper, confectionner les vêtemens ; précédé d'une Notice sur les outils du tailleur, sur les étoffes à employer pour les vêtemens d'homme, etc., ainsi que les uniformes de tous les corps de l'armée ; par M. Vandael, tailleur au Palais-Royal. Un vol. orné d'un grand nombre de fig. 2 fr. 50 c.

— **COMPLET DES SORCIERS**, ou la Magie blanche dévoilée par les découvertes de la chimie, de la physique et de la mécanique ; les scènes de ventriloquie, etc., exécutées et communiquées par M. Comte, physicien du Roi, et par M. J. Fontenelle. *Deuxième édition*. Un gros vol. orné de pl. 3 fr.

— **DU TANNEUR, DU CORROYEUR, DE L'HONGROYEUR ET DU BOYAUDIER**, contenant les procédés les plus nouveaux, toutes les découvertes faites jusqu'à ce jour, relativement à la préparation et à l'amélioration des cuirs, et généralement toutes les connaissances nécessaires à ceux qui veulent pratiquer ces arts. *Seconde édition*, revue par M. Julia de Fontenelle. Un vol. orné de pl. 3 fr. 50 c.

— **DU TAPISSIER, DÉCORATEUR ET MARCHAND DE MEUBLES**, contenant les principes de l'Art du tapissier, les instructions nécessaires pour choisir et employer les matières premières, décorer et meubler les appartemens, etc., par M. Garnier Audiger. Un vol. orné de fig. 2 fr. 50 c.

— **COMPLET DU TENEUR DE LIVRES**, ou l'Art de tenir les livres en peu de leçons, par des moyens prompts et faciles ; les diverses manières d'établir les comptes courans avec ou sans nombres rouges, de calculer les époques communes, les intérêts, les escomptes, etc., etc. ; ouvrage à l'aide duquel on peut apprendre sans maître ; par M. Tremery, professeur. *Deuxième édition*. Un gros vol. 3 fr.

— **DU TEINTURIER**, comprenant l'Art de teindre la laine, le coton, la soie, le fil, etc., ainsi que tout ce qui concerne l'Art du teinturier dégraisseur, etc., etc. ; par M. Vergnaud. *Troisième édition*. Un gros vol. orné de figures. 3 fr.

— **DU TOISEUR EN BATIMENS**, ou Traité complet de l'art de toiser tous les ouvrages de bâtiment ; mis à la portée de tout le monde : ouvrage indispensable aux architectes, ingénieurs, experts, vérificateurs, propriétaires, etc., à l'usage de toutes les personnes qui s'occupent de la construction ou qui font bâtir ; par M. Lebossu, Première partie, *Terrasse et Maçonnerie*. Un vol. orné de fig. 2 fr. 50 c.

— Deuxième partie, contenant la menuiserie, la peinture, la tenture, la vitrerie, la dorure, la charpente, la serrurerie, la couverture, la plomberie, la marbrerie, le carrelage, le pavage, la poêlerie, la fumisterie, le grillage et le treillage. Un vol. 2 fr. 50 c.

— **DU TRAVAIL DES MÉTAUX**, fer et acier manufacturés ; traduit de l'anglais par M. Vergnaud, capitaine d'artillerie. 2 vol. ornés de planches. 6 fr.

— **DU TOURNEUR**, ou Traité complet et simplifié de cet art, d'après les

enseignemens fournis par plusieurs Tourneurs de la capitale; rédigé par M. Desarbres. *Deuxième édition.* Deux vol. ornés de pl. 6 fr.

**MANUEL DE TYPOGRAPHIE, IMPRIMERIE**, contenant les principes théoriques et pratiques de l'imprimeur-typographe; par M. Fabt. 2 vol. ornés d'un grand nombre de planches. 5 fr.

— **DU VERRIER ET DU FABRICANT DE GLACES**, cristaux, pierres précieuses, factices, verres colorés, yeux artificiels, etc.; par M. Julia Fontenelle. Un gros vol. orné de pl. 5 fr.

— **DU VÉTÉRINAIRE**, contenant la connaissance générale du cheval, la manière de les élever, de les dresser et de les conduire, la description de leurs maladies, et les meilleurs modes de traitement, des préceptes sur la ferrure, suivi de l'Art de l'équitation; par M. Lebeau. *Troisième édition.* Un vol. 3 fr

— **DU VIGNERON FRANÇAIS**, ou l'Art de cultiver la vigne, de faire les vins, eaux-de-vie et vinaigres, contenant les différentes espèces et variétés de la vigne, ses maladies et les moyens de les prévenir; les meilleurs procédés pour gouverner perfectionner et conserver les vins, les eaux-de-vie et vinaigres, ainsi que la manière de faire avec ces substances toutes les liqueurs, de gouverner une cave, mettre en bouteilles, etc., etc.; enfin de profiter avec avantage de tout ce qui nous vient de la vigne; suivi d'un coup d'œil sur les maladies particulières aux vignerons; par M. Thiébaud de Berneaud. Un gros vol. orné de pl. *Quatrième édition.* 5 fr

— **DU VINAIGRIER ET DU MOUTARDIER**, suivi de nouvelles Recherches sur la fermentation vineuse, présenté à l'Académie royale des sciences; par M. Julia Fontenelle. Un vol. 3 fr.

— **DU VOYAGEUR DANS PARIS**, ou Nouveau Guide de l'étranger dans cette capitale, soit pour la visiter ou s'y établir; contenant la description historique, géographique et statistique de Paris, son tableau politique, sa description intérieure, tout ce qui concerne Paris, les besoins, les habitudes de la vie, les amusemens, etc., etc., orné de plans et de planches représentant ses monumens; par M. Lebrun. Un gros vol. 3 fr. 50 c.

— **DU ZOOPHILE**, ou l'Art d'élever et de soigner les animaux domestiques; par un propriétaire cultivateur, et rédigé par madame Celnart. Un vol. 2 fr. 50 c.

## OUVRAGES SOUS PRESSE:

**MANUEL DU BIBLIOPHILE ET DE L'AMATEUR DE LIVRES**, par M. F. Denis

— **DE CHRONOLOGIE.**

— **DU FABRICANT DE SOIE.**

— **DU FACTEUR D'ORGUES.**

— **DU FILATEUR EN GÉNÉRAL ET DU TISSERAND**, 2 vol.

— **DE GÉOLOGIE.**

— **DE MYTHOLOGIE.**

— **DU LAYETIER ET DE L'EMBALLEUR.**

— **DE MUSIQUE VOCALE ET INSTRUMENTALE**, par M. Choron.

— **DU TONNELIER BOISSELIER.**

— **DE L'AMATEUR DES ROSES.**

— **D'HISTOIRE UNIVERSELLE.**

— **DU NOTARIAT.**

— **DE L'INGÉNIEUR EN INSTRUMENS DE PHYSIQUE**, chimie, optique et mathématique.

— **DU FABRICANT D'INSTRUMENS DE CHIRURGIE.**

— **DU TREILLAGEUR.**

— **DE LA COUPE DES PIERRES.**

## Belle Edition, format in-8°.

# SUITES A BUFFON,

**Formant, avec les Œuvres de cet auteur, un Cours complet d'Histoire naturelle embrassant les trois règnes de la nature.**

Les noms des auteurs indiqués ci-après seront pour le public une garantie certaine de la conscience et du talent apportés à la rédaction des différens traités.

MESSIEURS,

AUDINET-SERVILLE, ex-président de la société entomologique, membre de plusieurs sociétés savantes, nationales et étrangères, un des collaborateurs de l'*Encyclopédie*, auteur de plusieurs mémoires sur l'entomologie, etc. (*Orthoptères, Névroptères et Hémiptères.*)

AUDOUIN, professeur-administrateur du Muséum, membre de plusieurs sociétés savantes, nationales et étrangères. (*Annélides.*)

BIBRON, aide-naturaliste au Muséum. (*Collaborateur de M. Duméril, pour les Reptiles.*)

BOISDUVAL, membre de plusieurs sociétés savantes nationales et étrangères collaborateur de M. le comte Dejean, auteur de l'*Entomologie de l'Astrolabe*, de *l'Icones des Lépidoptères d'Europe*, de la *Faune de Madagascar*, etc., etc. (*Lépidoptères.*)

DE BLAINVILLE, membre de l'Institut, professeur-administrateur du Muséum d'histoire naturelle, professeur à la faculté des Sciences, etc. (*Mollusques.*)

DE BRÉBISSON, membre de plusieurs sociétés savantes, auteur des *Mousses* et de la *Flore de Normandie.* (*Plantes Cryptogames.*)

A. DE CANDOLLE, de Genève. (*Botanique.*)

CUVIER (Fr.), membre de l'Institut. (*Cétacés.*)

M. DEJEAN (le comte), lieutenant-général, pair de France. (*Coléoptères.*)

DESMAREST, membre correspondant de l'Institut, professeur de Zoologie à l'école vétérinaire d'Alfort. (*Poissons.*)

DUMÉRIL, membre de l'Institut, professeur-administrateur du Muséum d'Histoire naturelle, professeur à l'Ecole de Médecine, etc. (*Reptiles.*)

LACORDAIRE, naturaliste voyageur, membre de la société Entomologique, auteur de divers mémoires sur l'entomologie, etc. (*Introduction à l'Entomologie.*)

LESSON, membre correspondant de l'Institut, professeur à Rochefort, naturaliste de l'expédition de *la Coquille*, auteur d'une foule d'ouvrages sur la Zoologie, etc., etc. (*Zoophytes et vers.*)

MACQUART, directeur du Muséum de Lille, auteur des *Diptères du nord de la France*, etc., etc. (*Diptères.*)

MILNE-EDWARDS, professeur d'Histoire naturelle, membre de diverses Sociétés savantes, auteur de plusieurs travaux sur les crustacés, les insectes, etc., etc. (*Crustacés.*)

LE PELETIER DE SAINT-FARGEAU, président de la Société entomologique, un des collaborateurs de l'*Encyclopédie*, auteur de la *Monographie des Tenthrédines*, etc., etc. (*Hyménoptères.*)

SPACH, aide-naturaliste au Muséum. (*Plantes phanérogames.*)

WALCKENAER, membre de l'Institut, auteur de plusieurs travaux sur les arachnides, etc., etc. (*Arachnides et Insectes aptères*).

## CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION.

Les *Suites à Buffon* formeront 45 volumes in-8, environ, imprimés avec le plus grand soin et sur beau papier; ce nombre paraît suffisant pour donner à cet ensemble toute l'étendue convenable; ainsi qu'il a été dit précédemment, chaque auteur s'occupant depuis long-temps de la partie qui lui est confiée, l'éditeur sera à même de publier en peu de temps la totalité des traités dont se composera cette utile collection.

A partir de janvier 1834, il paraîtra au moins tous les mois un volume in-8, accompagné de livraisons d'environ 10 planches noires ou coloriées.

Prix du texte, chaque volume (1) 5 fr. 50 c.

Prix de chaque livraison { noire 3 / coloriée 6 }

Nota. *Les personnes qui souscriront pour des parties séparées paieront chaque volume 6 fr.* 50 c.

Cette collection rendra un très grand service en remplissant la lacune immense que Buffon a laissée dans les sciences naturelles, car les noms des collaborateurs des *Suites à Buffon* en garantissent d'avance le succès. En effet, il suffit de nommer MM. de Blainville, de Candolle, Fr. Cuvier, le comte Dejean, Desmarest, Duméril, Lesson, Walckenaer, etc., pour être certain de travaux extraordinaires et consciencieux dont sera dotée cette collection unique, qui sera indispensable à tous les possesseurs des œuvres de Buffon, quelle qu'en soit l'édition.

*Ouvrages complets déjà parus.*

**INTRODUCTION A LA BOTANIQUE**, ou Traité élémentaire de cette science; contenant l'Organographie, la Physiologie, la Méthodologie, la Géographie des plantes, un aperçu des fossiles végétaux, de la Botanique médicale et de l'Histoire de la Botanique, par M. Alph. de Candolle, professeur à l'académie de Genève. 2 vol. in-8° et atlas. (Ouvrage terminé) Prix : 16 fr.

**HISTOIRE NATURELLE DES INSECTES DIPTÈRES**, par M. Macquart, directeur du muséum de Lille, membre d'un grand nombre de Sociétés savantes, avec deux livraisons de planches, 2 gros volumes, prix : 19 fr. figures noires, et 25 fr., figures coloriées.

*Ouvrages en publication.*

**HISTOIRE NATURELLE DES VÉGÉTAUX PHANÉROGAMES**, par M. F. Spach, aide-naturaliste au muséum, membre de la société des sciences naturelles de France, et correspondant de la société de botanique médicale de Londres; tomes 1 à 4, avec six livraisons de planches. Prix de chaque volume, 6 f. 50 c.

**HISTOIRE NATURELLE DES CRUSTACÉS**, comprenant l'anatomie, la physiologie et la classification de ces animaux, par M. Milne Edwards, professeur d'histoire naturelle; tome premier, avec une livraison de planches. Prix du volume, 6 fr. 50. L'ouvrage sera complété par le second volume, qui paraîtra bientôt.

**HISTOIRE NATURELLE DES REPTILES**, par M. Duméril, membre de l'Institut, professeur à la Faculté de médecine, professeur-administrateur au muséum d'histoire naturelle, et M. Bibron, aide-naturaliste au muséum d'histoire naturelle; tome 1 et 2, avec deux livraisons de planches. Prix de chaque volume, 6 f. 50 c.

**HISTOIRE NATURELLE DES INSECTES**; introduction à l'Entomolo-

(1) L'éditeur ayant à payer pour cette collection des honoraires aux auteurs, le prix des volumes ne peut être comparé à celui des réimpressions d'ouvrages appartenant au domaine public et exempts de droits d'auteur, tels que Buffon, Voltaire, etc., etc.

gie, comprenant les principes généraux de l'anatomie et de la physiologie des insectes, des détails sur leurs mœurs, et un résumé des principaux systèmes de classification proposés jusqu'à ce jour pour ces animaux; par Lacordaire, membre de la société entomologique de France, etc. Tome premier, avec une livraison de planches. Prix du volume, 8 fr. 50 c. Le tome second et dernier de cet ouvrage paraîtra bientôt.

*Volumes sous presse et qui paraîtront sous peu.*

Tome premier des Lépidoptères, par M. Boisduval.
Cétacés, 1 volume, par M. F. Cuvier.

# SUITES A BUFFON,

## FORMAT IN-18;

**Formant, avec les Œuvres de cet auteur, un Cours complet d'Histoire naturelle, contenant les trois règnes de la nature; par MM. Bosc, Brongniart, Bloch, Castel, Guérin, de Lamarck, Latreille, de Mirbel, Patrin, Sonnini et de Tigny, la plupart Membres de l'Institut et Professeurs au Jardin du Roi.**

Cette collection, primitivement publiée par les soins de M. Déterville, et qui est devenue la propriété de M. Roret, ne peut être donnée par d'autres éditeurs, n'étant pas, comme les Œuvres de Buffon, dans le domaine public.

Les personnes qui auraient les suites de Lacépède, contenant seulement les Poissons et les Reptiles, auront la liberté de ne pas les prendre dans cette Collection.

Cette Collection forme 54 volumes, ornés d'environ 600 planches dessinées d'après nature par Desève, et précieusement terminées au burin. Elle se compose des ouvrages suivans :

**HISTOIRE NATURELLE DES INSECTES**, composée d'après Reaumur, Geoffroy, Degeer, Roesel, Linnée, Fabricius, et les meilleurs ouvrages qui ont paru sur cette partie, rédigée suivant les méthodes d'Olivier et de Latreille, avec des notes, plusieurs observations nouvelles et des figures dessinées d'après nature; par F.-M.-G. de Tigny et Brongniart, pour les généralités. Edition ornée de beaucoup de figures, augmentée et mise au niveau des connaissances actuelles, par M. Guérin, 10 vol. ornés de planches, figures noires. 25 fr. 40 c.

Le même ouvrage, figures coloriées. 59 fr.

— **NATURELLE DES VÉGÉTAUX**, classés par familles, avec la citation de la classe et de l'ordre de Linnée, et l'indication de l'usage qu'on peut faire des plantes dans les arts, le commerce, l'agriculture, le jardinage, la médecine, etc., des figures dessinées d'après nature, et un *Genera* complet, selon le système de Linnée, avec des renvois aux familles naturelles de Jussieu; par J.-B. Lamarck, membre de l'Institut, professeur au Muséum d'Histoire naturelle, et par C.-F.-B. Mirbel, membre de l'Académie des Sciences, professeur de botanique. Edition ornée de 120 planches représentant plus de 1600 sujets. 15 vol., ornés de planches, figures noires. 30 fr. 90 c.

Le même ouvrage, figures coloriées. 46 fr. 50 c.

**HISTOIRE NATURELLE DES COQUILLES**, contenant leur description, leurs mœurs et leurs usages; par M. Bosc, membre de l'Institut. 5 vol. ornés de planches, figures noires. 10 fr. 65

Le même ouvrage, figures coloriées. 16 fr. 50 c.

— **NATURELLE DES VERS**, contenant leur description, leurs mœurs

et leurs usages ; par M. Bosc. 3 vol., ornés de planches, figures noires 6 fr. 60 c.

Le même ouvrage, figures coloriées. 10 fr. 50 c.

**HISTOIRE NATURELLE DES CRUSTACÉS**, contenant leur description, leurs mœurs et leurs usages ; par M. Bosc. 2 vol., ornés de planches, fig. noires. 4 fr. 75 c.

Le même ouvrage, figures coloriées. 8 fr.

— **NATURELLE DES MINÉRAUX**, par M. E.-M. Patrin, membre de l'Institut. Ouvrage orné de 40 planches, représentant un grand nombre de sujets dessinés d'après nature. 5 vol. ornés de planches, figures noires. 10 fr. 50 c.

Le même ouvrage, figures coloriées. 15 fr. 50 c.

— **NATURELLE DES POISSONS**, avec des fig. dessinées d'après nature, par Bloch ; ouvrage classé par ordres, genres et espèces, d'après le système de Linnée, avec les caractères génériques, par René-Richard Castel. Édition ornée de 160 planches représentant 600 espèces de poissons (10 vol.). 30 fr.

Avec fig. coloriées. 45 fr.

— **NATURELLE DES REPTILES**, avec figures dessinées d'après nature ; par Sonnini, homme-de-lettres et naturaliste, et Latreille, membre de l'Institut. Édition ornée de 84 planches, représentant environ 150 espèces différentes de serpens, vipères, couleuvres, lézards, grenouilles, tortues, etc. 4 vol. ornés de planches, figures noires. 9 fr. 85 c.

Le même ouvrage, figures coloriées. 17 fr.

Cette collection de 84 vol. a été annoncée en 108 demi vol., on les enverra brochés de cette manière aux personnes qui en feront la demande.

*Tous les ouvrages ci-dessus sont en vente.*

# SOUSCRIPTIONS.

*Troisième série.*

## NOUVELLES ANNALES DU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE.

**RECUEIL DE MÉMOIRES** de MM. les professeurs-administrateurs de cet établissement et autres naturalistes célèbres, sur les branches des sciences naturelles et chimiques qui y sont enseignées.

L'année 1832, première de la troisième série, forme un vol. in-4° du prix de 30 francs.

MM. les Souscripteurs sont invités à renouveler promptement leur abonnement pour 1833, *le premier cahier devant bientôt paraître.*

Le prix est toujours de 30 fr. pour Paris, et de 33 fr., franc de port, pour les départemens.

Quatre cahiers composent l'année ; ils paraissent régulièrement tous les trois mois, et forment à la fin de l'année un vol. in-4° d'environ 60 feuilles, orné de 20 planches au moins. L'on souscrit chez Roret, rue Hautefeuille, n° 10 *bis*.

Ce recueil sera plus particulièrement consacré à la description des objets inédits ou peu connus, conservés dans ce Musée ; il intéressera ainsi, par la variété des Mémoires ou des observations qu'il offrira, les personnes qui font une étude spéciale des diverses productions de la nature, soit vivantes, soit fossiles : l'anatomie comparée, la physiologie animale et végétale, et la chimie, compléteront ces connaissances par le secours de leurs lumières.

**REVUE ENTOMOLOGIQUE**, par M. Gustave Silbermann, journal pu-

paissent tous les mois par cahier d'au moins trois feuilles, formant avec les planches deux volumes à la fin de l'année

Prix de l'abonnement pour l'année, *franco*. 36 fr.

**ENUMÉRATION DES ENTOMOLOGISTES VIVANS**, suivie de notes sur les collections entomologistes des musées d'Europe, etc., avec une table des résidences des entomologistes, par Silbermann, in-8. 3 fr.

**JOURNAL D'AGRICULTURE PRATIQUE ET D'ÉDUCATION AGRICOLE**, Troisième année. 6 fr.

Les précédentes années, à 6 fr.

**ICONOGRAPHIE ET HISTOIRE DES LÉPIDOPTÈRES ET DES CHENILLES DE L'AMÉRIQUE SEPTENTRIONALE**; par le docteur Boisduval et par le major John Leconte de New-York.

Cet ouvrage, dont il n'avait paru que huit livraisons, et interrompu par suite de la révolution de 1830, va être continué avec rapidité. Les livraisons 1 à 22 sont en vente, et les suivantes paraîtront à des intervalles très rapprochés.

L'ouvrage comprendra environ quarante livraisons. Chaque livraison contient trois planches coloriées, et le texte correspondant. Prix pour les souscripteurs, *5 francs la livraison.*

## ICONES HISTORIQUE
# DES LÉPIDOPTERES

NOUVEAUX OU PEU CONNUS.

Collection, avec figures coloriées, des Papillons d'Europe nouvellement découverts; ouvrage formant le complément de tous les auteurs iconographes, par le docteur Boisduval.

Cet ouvrage se composera d'environ 40 *livraisons* grand in-8°, comprenant chacune deux planches coloriées et le texte correspondant. Prix : *3 fr. la livraison* sur papier vélin, et franche de port, 3 fr. 25 c.

Comme il est probable que l'on découvrira encore des espèces nouvelles dans les contrées de l'Europe qui n'ont pas été bien explorées, l'on aura soin de publier chaque année *une* ou *deux* livraisons, pour tenir les souscripteurs au courant des nouvelles découvertes. Ce sera en même temps un moyen très avantageux et très prompt pour MM. les entomologistes qui auront trouvé un Lépidoptère nouveau, de pouvoir le publier les premiers. C'est-à-dire que, si après avoir subi un examen nécessaire, leur espèce est réellement nouvelle, leur description sera imprimée textuellement; ils pourront même en faire tirer quelques exemplaires à part. — *Trente-quatre livraisons ont déjà paru*

## COLLECTION

ICONOGRAPHIQUE ET HISTORIQUE

# DES CHENILLES,

Ou Description et Figures des Chenilles d'Europe, avec l'histoire de leurs métamorphoses, et des applications à l'agriculture, par MM. Boisduval, Ramburn et Graslin.

Cette collection se composera d'environ 60 livraisons format grand in-8°, et chaque livraison comprendra *trois planches coloriées* et le texte correspondant.

Le prix de chaque livraison sera de 3 fr. sur papier vélin, et franche de port 3 fr. 25 c. — *Trente-quatre livraisons ont déjà paru.*

Les dessins des espèces qui habitent les environs de Paris, comme aussi ceux des chenilles que l'on a envoyées vivantes à l'auteur, ont été exécutés par M. Dumesnil, avec autant de précision que de talent. Il continuera à dessiner

[illegible] que l'on pourra se procurer en [illegible]. Quant aux [illegible] à l'Allemagne, la Russie, la Hongrie, etc., [illegible] à les plus distingués de ces pays, et M. Duménil en dirigera la gravure et la [illegible] avec le même soin que pour l'Europe.

Le texte sera imprimé sans pagination; chaque espèce aura une page séparée, que l'on pourra classer comme on voudra. Au commencement de chaque page se trouvera le même numéro qu'à la figure qui s'y rapportera, et on [illegible] le nom de la tribu, comme en tête de la planche.

Ces deux ouvrages, de beaucoup supérieurs à tout ce qui a paru jusqu'à présent, formeront un supplément et une suite indispensables aux ouvrages de Hubner, de Godard, etc. Tout ce que nous pouvons dire en faveur de ces deux ouvrages remarquables peut se réduire à cette expression employée par M. Dejean dans le cinquième volume de son *Species* : M. Boisduval est de tous nos entomologistes celui qui connaît le mieux les Lépidoptères.

FAUNE DE L'OCÉANIE; par le docteur BOISDUVAL. Un gros vol. in-8°, imprimé sur grand papier vélin. 18 f.

ENTOMOLOGIE de Madagascar, Bourbon et Maurice. — Lépidoptères; par le docteur BOISDUVAL; avec des notes sur les métamorphoses, par M. SGANZIN.

Huit livraisons, renfermant chacune 2 pl. coloriées, avec le texte correspondant, sur papier vélin. 32 f.

CATALOGUE DES LÉPIDOPTÈRES DU DÉPARTEMENT DU VAR par M. CANTENER. 2

SYNONYMIA INSECTORUM. — CURCULIONIDES; ouvrage comprenant la synonymie et la description de tous les Curculionites connus; par M. SCHOENHERR. 4 vol. in-8°. (Ouvrage latin.) Chaque partie, [illegible]

Le premier et le second volume, contenant deux parties chaque, sont en vente. [illegible]

En attendant que l'éditeur satisfasse l'impatience des naturalistes en leur livrant le grand ouvrage du célèbre entomologiste SCHOENHERR qui renfermera la synonymie et la description méthodique de près de trois mille espèces de Curculionites, et dont l'impression n'est pas encore achevée, il vient de recevoir de Suède et de mettre en vente le petit nombre d'exemplaires restant de la *Synonymia insectorum* du même auteur. Chacun des trois volumes qui composent ce dernier ouvrage est accompagné de planches coloriées, dans lesquelles l'auteur a fait représenter des espèces nouvelles. Un demi-volume, consacré à des descriptions d'espèces inédites, est annexé au troisième tome sous forme d'*Appendix*. Le prix de ces trois volumes et demi est de 30 fr. pris à Paris.

HERBARII TIMORENSIS DESCRIPTIO, cum tabulis 6 [illegible] J. Decaisne, in-4. [illegible]

INSECTA SUECICA, par M. Gyllenhal. Tomes 1 à 3. 35 fr.

FAUNA INSECTORUM LAPPONICA, par M. Zetterstedt, tomes 1 et 2.

# VOYAGE

### DE DÉCOUVERTES

# AUTOUR DU MONDE,

Et à la recherche de La Peyrouse, par M. J. DUMONT D'URVILLE, capitaine de vaisseau; exécuté sous son commandement et par ordre du gouvernement, sur la corvette *l'Astrolabe*, pendant les années 1826, 1827, 1828 et 1829. — Histoire du Voyage, 5 gros volumes in-8°, avec des vignettes en bois, dessinées par MM. de Sainson et Tony Johannot, gravées par Porret, accompagnés d'un atlas contenant 20 planches ou cartes grand in-folio. [illegible]

Ce Voyage, exécuté par ordre du gouvernement en 1826, 1827, 1828 et 1829, sous le commandement de M. Dumont d'Urville et rédigé par lui, [illegible]

... de commun avec le Voyage pittoresque qui se publie sous sa direction ... d'Ukraine.

L'ART DE CRÉER LES JARDINS, contenant les préceptes généraux de cet art; leur application développée sur des vues perspectives, coupes et élévations, par des exemples choisis dans les jardins les plus célèbres de France et d'Angleterre; et le tracé pratique de toutes espèces de jardins. Par M. Vergnaud, architecte, à Paris.

L'ouvrage, imprimé sur format in-fol., est orné de lithographies dessinées par nos meilleurs artistes et imprimées par MM. Thierry frères.

Il formera 6 livraisons de 4 planches chacune avec plusieurs feuilles de texte.

Chaque livraison est du prix de 12 francs sur papier blanc.
— 15 *id.* *id.* Chine.
— 24 *id.* coloriée.

# NOUVEL ATLAS NATIONAL

## DE LA FRANCE,

par départemens, divisés en arrondissemens et cantons, avec le tracé des routes royales et départementales; des canaux, rivières, cours d'eau navigables; des chemins de fer construits et projetés : indiquant par des signes particuliers les relais de poste aux chevaux et aux lettres, et donnant un précis statistique sur chaque département, dressé à l'échelle de un trois cent cinquante millièmes; par Charle, géographe, attaché au dépôt général de la guerre, membre de la Société de géographie : avec des augmentations, par Darmet, chargé des travaux topographiques au ministère des affaires étrangères et Grangez, au dépôt des ponts-et-chaussées, chargé des dernières rectifications et des cartes particulières des *Colonies françaises* qui devront paraître en 1835; imprimé sur format in-folio, grand raisin des Vosges, de 23 pouces en largeur, et de 17 pouces en hauteur.

Chaque département se vend séparément.

Le *Nouvel Atlas national* se compose de 80 planches (à cause de l'uniformité des échelles, sept feuilles contiennent deux départemens).

PRIX.

| | | |
|---|---|---|
| Chaque carte séparée, en noir. . . . . . . . | 1 fr. 50 c. | |
| *Idem*, coloriée. . . . . . . . . . . . . . . | 1 | 60 |
| L'Atlas complet, avec titre et table, noir, . | 72 | » |
| *Idem*, colorié . . . . . . . . . . . . . . . | 48 | » |
| *Idem*, cartonné, en plus. . . . . . . . . . . | 8 | » |

FAUNA JAPONICA, sive descriptio animalium, quæ in itinere per Japoniam, jussu et auspiciis superiorum, qui summum in India Batava imperium tenent, suscepto, annis 1823-1830, collegit, notis, observationibus et adumbrationibus illustravit; Ph. Fr. de Siebold. Prix de chaque livraison, 26 francs. L'ouvrage aura six livraisons.

---

# OUVRAGES DIVERS.

ABUS (des) EN MATIÈRE ECCLÉSIASTIQUE; par M. Boyard. 1 vol. in-8° 5 fr. 50 c.

ANNUAIRE DU BON JARDINIER ET DE L'AGRONOME, renfermant la description et la culture de toutes les plantes utiles ou d'agrément qui ont paru pour la première fois.

Les années 1826, 27, 28, coûtent 1 fr. 50 c. chaque.

les années 1829 et 1830, 3 fr. chaque.

**ART DE COMPOSER ET DÉCORER LES JARDINS**, ouvrage entièrement neuf; par M. Boitard, accompagné d'un Atlas contenant 120 planches, gravées par l'auteur. Deux vol. oblong. 15 fr.

**ART DE CULTIVER LES JARDINS**, ou Annuaire du bon Jardinier et de l'Agronome, renfermant un calendrier indiquant mois par mois tous les travaux à faire tant en jardinage qu'en agriculture; les principes généraux de jardinage, tels que connaissances et compositions des terres, multiplication des plantes par semis, marcottes, boutures, greffes, etc.; la culture et la description de toutes les espèces et variétés d'arbres fruitiers et de plantes potagères, ainsi que toutes les espèces et variétés de plantes utiles ou d'agrément; *par un Jardinier agronome.* 1 gros volume in-18. 1835. Ouvrage orné de figures. 3 fr. 50 c.

Les années 1831 et 1832, 1833 et 1834, 3 fr. 50 c. chaque.

**LES ANIMAUX CÉLÈBRES**, anecdotes historiques sur les traits d'intelligence, d'adresse, de courage, de bonté, d'attachement, de reconnaissance, etc., des animaux de toute espèce, ornés de gravures; par A. Antoine. 2 vol. in 12. 5 fr.

**ARITHMÉTIQUE DES DEMOISELLES**, ou Cours élémentaire d'arithmétique, en 12 leçons; par M. Ventenac. 1 vol. 2 fr. 50 c.

*Cahier de questions* pour le même ouvrage. 50 c.

**ART DE BRODER**, ou Recueil de modèles coloriés analogues aux différentes parties de cet art, à l'usage des demoiselles; par Augustin Legrand. 1 vol oblong. 7 fr.

**ART (l') DE CONSERVER ET D'AUGMENTER LA BEAUTÉ**, de corriger et déguiser les imperfections de la nature; par Lami. 1 jolis vol. in-18, ornés de gravures. 5 fr.

**BARÊME (le) PORTATIF DES ENTREPRENEURS EN CONSTRUCTIONS ET DES OUVRIERS EN BATIMENT**; par M. Barrier. 1 vol. in-24. 60 c.

**BEAUTÉS (les) DE LA NATURE**, ou Description des arbres, plantes, cataractes, fontaines, volcans, montagnes, mines, etc., les plus extraordinaires et les plus admirables qui se trouvent dans les quatre parties du monde; par Antoine. 1 vol., orné de six gravures. 2 fr. 50 c.

**BOTANIQUE (la) DE J.-J. ROUSSEAU**, contenant tout ce qu'il a écrit sur cette science, augmentée de l'exposition de la méthode de Tournefort et de Linnée, suivie d'un Dictionnaire de botanique et de notes historiques; par M. Deville. 2e *édition.* 1 gros vol., orné de 8 planches. 4 fr.

Figures coloriées. 5 fr.

**CORDON BLEU (le), NOUVELLE CUISINIÈRE BOURGEOISE**, dirigée et mise en ordre alphabétique; par mademoiselle Marguerite. *Dixième édition*, considérablement augmentée. 1 vol. in-18. 1 fr

**CHIENS (les) CÉLÈBRES.** *Troisième édition*, augmentée de traits nouveaux et curieux sur l'instinct, les services, le courage, le reconnaissance et la fidélité de ces animaux; par M. Farville. 1 gros volume in-12, orné de planche. 3 fr.

**CHOIX (nouveau) D'ANECDOTES ANCIENNES ET MODERNES** tirées des meilleurs auteurs, contenant les faits les plus intéressans de l'histoire en général, les exploits des héros, traits d'esprit, saillies ingénieuses, bons mots, etc., etc., suivi d'un précis sur la Révolution française; par M. Bailly. *Cinquième édition*, revue, corrigée et augmentée par madame Guinard. 4 vol. in-18, ornés de jolies vignettes. 7 fr.

**CHOIX (nouveau) DE CHANSONS ET DE POÉSIES LÉGÈRES**, 3 jolis vol. in-32. 3 fr

**CODE DES MAITRES DE POSTE, DES ENTREPRENEURS DE DILIGENCES ET DE ROULAGE, ET DES VOITURIERS EN GÉNÉRAL PAR TERRE ET PAR EAU**, ou Recueil général des Arrêts de

Conseil, Arrêts de règlement, Lois, Décrets, Arrêtés, Ordonnances du roi et autres actes de l'autorité publique, concernant les Maîtres de Poste, les Entrepreneurs de Diligences et Voitures publiques en général, les Entrepreneurs, et Commissionnaires de Roulage, les Maîtres de Coches et de Bateaux, etc. : par M. Lakon, avocat à la Cour royale de Paris, 2 vol. in-8. 12 fr.

**COURS D'ENTOMOLOGIE**, ou de l'Histoire naturelle des crustacés, des arachnides, des myriapodes et des insectes, à l'usage des élèves de l'Ecole du Muséum d'Histoire naturelle, par M. Latreille, professeur, membre de l'Institut, etc., etc. Première année, contenant le discours d'ouverture du cours. — Tableau de l'histoire de l'Entomologie. — Généralité de la classe des Crustacés et de celle des Arachnides, des Myriapodes et des Insectes. — Exposition méthodique des ordres, des familles, et des genres des trois premières classes. 1 gros vol. in-8, et un atlas composé de 24 planches. 15 fr

La seconde et dernière année, complétant cet ouvrage, paraîtra bientôt.

**DICTIONNAIRE BOTANIQUE ET PHARMACEUTIQUE**, contenant les principales propriétés des minéraux, des végétaux et des animaux, avec les préparations de pharmacie, internes et externes, les plus usitées en médecine et en chirurgie, etc., par une société de médecins, de pharmaciens et de naturalistes. Ouvrage utile à toutes les classes de la société, orné de 17 grandes planches représentant 278 figures de plantes gravées avec le plus grand soin ; 3 édit. revue, corrigée et augmentée de beaucoup de préparations pharmaceutiques et de recettes nouvelles. 2 gros vol. in 8, fig. en noir 18 fr.

Le même, fig. coloriées d'après nature. 25 fr.

Cet ouvrage est spécialement destiné aux personnes qui, sans s'occuper de la médecine, aiment à secourir les malheureux.

**DESCRIPTION DES MŒURS, USAGES ET COUTUMES** de tous les peuples du monde, contenant une foule d'Anecdotes sur les sauvages d'Afrique, d'Amérique, les Anthropophages, Hottentots, Caraïbes, Patagons, etc., etc. *Seconde édition*, très augmentée. 2 volumes in-18, ornés de douze gravures. 5 fr

**LES DERNIERS MOMENS DE LA RÉVOLUTION DE POLOGNE EN 1831**, depuis l'attaque de Varsovie, récit des évènemens de l'époque, accompagné des Observations et des Notes historiques, par M. Jean-Népomucène Janowski. In-8. 2 fr. 50 c.

**ÉPILEPSIE** (de l') **EN GÉNÉRAL**, et particulièrement de celle qui est déterminée par des cause morales ; par M. Doussin-Dubreuil. 1 vol. in 12 *Deuxième édition*. 3 fr.

**ESPAGNE** (de l'), et de ses relations commerciales ; par F.-A. de Cx In-8°. 3 fr

**ÉTUDE ANALYTIQUE SUR LES DIVERSES ACCEPTIONS DES MOTS FRANÇAIS**, par mademoiselle Fauré 1 vol in-12. 2 fr. 50 c.

**ÉVÈNEMENS DE BRUXELLES ET AUTRES VILLES DU ROYAUME DES PAYS-BAS**, depuis le 25 août 1830, précédés du Catéchisme du citoyen belge et de chants patriotiques. 1 vol. in-18. 1 fr. 25 c

**EXTRAIT D'UN DISCOURS SUR L'ORIGINE DU CLERGÉ**, les progrès et la décadence du pouvoir temporel ; par l'ancien archevêque de T.... Brochure in-8. 2 fr.

**EXAMEN DU SALON DE 1827**, avec cette épigraphe : *Rien n'est beau que le vrai*. 2 brochures in-8. 3 fr.

**GALERIE DE RUBENS**, dite du Luxembourg, faisant suite aux galeries de Florence et du Palais-Royal ; par MM. Mathei et Castel. Treize livraisons contenant 25 planches. 1 gros vol. in fol. (Ouvrage terminé.)

Prix de chaque livraison, figures noires. 6 fr.

Avec figures coloriées. 10 fr.

**GÉOMÉTRIE PERSPECTIVE**, avec ses applications à la recherche des ombres, par G.-H. Dufour colonel du génie, membre de la Légion-

d'Honneur, et secrétaire de la Société des Arts de Genève; in-8, avec Atlas de 12 planches in-4. 4.

**GRAISSINET** (M.), ou Qu'est-il donc? histoire comique, satirique et véridique, publiée par DUVAL, 4 vol. in-12. 10.

Ce roman, écrit dans le genre de ceux de Pigault, est un des plus amusans que nous ayons.

**HISTOIRE DE POLOGNE**, d'après les historiens polonais Naruszewicz, Albertrandy, Czacki, Lelewel, Bandtkie, Niemcewicz, Zielinski, Kollontaj, Oginski, Chodzko, Podczaszynski, Mochnacki, et autres écrivains nationaux. 2 vol. in-8. 7 fr.

**HISTOIRE DES PROGRÈS DES SCIENCES NATURELLES**, depuis 1789 jusqu'à ce jour; par M. le baron G. CUVIER. 4 vol. in-8. 28 fr.

**HISTOIRE DES LÉGIONS POLONAISES EN ITALIE**, sous le commandement du général Dombrowski, par LÉONARD CHODZKO, 2 vol. in-8. 17 fr.

**INFLUENCE** (de l') **DES ERUPTIONS ARTIFICIELLES DANS CERTAINES MALADIES**, par JENNER, auteur de la découverte de la vaccine. Brochure in-8. 2 fr. 50 c.

**LETTRES SUR LES DANGERS DE L'ONANISME**, et conseils relatifs au traitement des maladies qui en résultent; ouvrage utile aux pères de famille et aux instituteurs; par M. DOUSSIN-DUBREUIL. 1 vol. in-12. *Troisième édition.* 1 fr. 50 c.

**LETTRES SUR LA MINIATURE**, par MANSION. 1 vol. in-12. 4 fr.

**MANUEL DES JUSTICES DE PAIX**, ou Traité des fonctions et des attributions des Juges-de-paix, des Greffiers et Huissiers attachés à leur tribunal, avec les formules et modèles de tous les actes qui dépendent de leur ministère; auquel on a joint un recueil chronologique des lois, des décrets, des ordonnances du roi, et des circulaires instructions officielles, depuis 1790, et un extrait des cinq Codes; contenant les dispositions relatives à la compétence des justices de paix; par M. LEVASSEUR, ancien jurisconsulte. *Nouvelle édition*, entièrement refondue, par M. RONDONNEAU 1 gros volume in-8, 1833. 6 fr.

— **MUNICIPAL** (nouveau), ou Répertoire des Maires, Adjoints, Conseillers municipaux, Juges de paix, Commissaires de police, et des Citoyens français, dans leurs rapports avec l'administration, l'ordre judiciaire, les colléges électoraux, la garde nationale, l'armée, l'administration forestière, l'instruction publique et le clergé; contenant l'exposé complet du droit et des devoirs des Officiers municipaux et de leurs Administrés, selon la législation nouvelle; suivi d'un appendice dans lequel se trouvent les formules pour *tous les actes de* l'administration municipale, par M. BOYARD, président à la Cour royale d'Orléans. 2 vol. in-8. 1834. 10 fr.

— **DE LITTÉRATURE A L'USAGE DES DEUX SEXES**, contenant un précis de rhétorique, un traité de la versification française, la définition de tous les différens genres de compositions en prose et en vers, avec des exemples tirés des prosateurs et des poetes les plus célèbres, et des préceptes sur l'art de lire à haute voix; par M. VIGÉE. 3e. *édition*, revue par madame d'HAUTPOUL. 1 vol. in-18. 2 fr. 75 c.

**MANUEL DES POIDS ET MESURES**, des monnaies et du calcul décimal; par M. TARBÉ DES SABLONS. Edition avec un supplément contenant les additions faites à l'édition in-18. 1 gros vol. in-8 3 fr. 50 c.

— **DES EXPERTS EN MATIÈRES CIVILES**, ou Traités, d'après les Codes civil, de procédure et de commerce: 1° des experts, de leur choix, de leurs devoirs, de leurs rapports, de leur nomination, de leur nombre, de leur récusation, de leurs vacations, et des principaux cas où il y a lieu d'en nommer; 2° des biens et des différentes espèces de modifications de la propriété, 3° de l'usufruit, de l'usage et de l'habitation; 4° des servitudes et services fonciers; 5° des réparations locatives, de la garantie des défauts de la chose vendue, de la vérification des écritures, du faux incident civil, des mines, rel-

tivement aux indemnités auxquelles elles peuvent donner lieu entre les propriétaires de terrains et les concessionnaires, et de l'estimation ou fixation de la valeur des différentes espèces de biens, notamment de ceux qui sont expropriés pour cause d'utilité publique; 6° des bois taillis des futaies et forêts, de leur séparation, délimitation et arpentage, le tout d'après les règles établies par le Code forestier.

Cet ouvrage, indispensable aux architectes, entrepreneurs, propriétaires, fermiers, locataires experts et autres, est terminé par des modèles de procès-verbaux, ou rapports des principales opérations d'experts en matières contentieuses et non contentieuses, par M. Ch., ancien jurisconsulte, auteur du *Manuel des arbitres*. 6e édit. 6 fr

**MANUEL DES ARBITRES**, ou Traité des principales connaissances nécessaires pour instruire et juger les affaires soumises aux décisions arbitrales, soit en matières civiles ou commerciales, contenant les principes, les lois nouvelles, les décisions intervenues depuis la publication de nos Codes, et les formules qui concernent l'arbitrage, ouvrage indispensable aux personnes qui consentent à être nommées arbitres ou qui sont attachées à l'ordre judiciaire, ainsi qu'aux notaires, négocians, propriétaires, etc., par M. C**, ancien jurisconsulte, auteur du *Manuel des Experts*. Nouvelle édition. 8 fr.

— **COMPLET DU VOYAGEUR AUX ENVIRONS DE PARIS**, ou Tableau actuel des environs de cette capitale: 1 gros vol. in-18, orné d'un grand nombre de vues et d'une carte très détaillée des environs de Paris; par M. de Paty. 5 fr.

— **COMPLET DU VOYAGEUR DANS PARIS**, ou nouveau Guide de l'étranger dans cette Capitale; par M. Lebrun. 1 gros vol. in-18, orné d'un grand nombre de vues et de trois cartes. 5 fr. 50 c.

**MÉMOIRES ET CORRESPONDANCE** de Duplessis-Mornay 12 vol. in-8. 84 fr.

**MÉMOIRES SUR LA GUERRE DE** 1809 **EN ALLEMAGNE**, avec les opérations particulières des corps d'Italie, de Pologne, de Saxe, de Naples et de Walcheren; par le général Pelet, d'après son journal fort détaillé de la campagne d'Allemagne, ses reconnaissances et ses divers travaux, la correspondance de Napoléon avec le major-général, les maréchaux, les commandans en chef, etc.; accompagnés de pièces justificative et inédites. 4 vol. in-8. 28 fr.

**MÉTHODE COMPLÈTE DE CARSTAIRS**, dite **AMÉRICAINE**, ou l'Art d'écrire en peu de leçons par des moyens prompts et faciles; traduit de l'anglais sur la dernière édition, par M. Trémery, professeur. 1 vol. oblong, accompagné d'un grand nombre de modèles mis en français. 5 fr.

**MINISTRE** (le) **DE WAKEFIELD**. 2 vol. in-12. Nouvelle édition. 4 fr.

**NOTES SUR LES PRISONS DE LA SUISSE** et sur quelques unes du continent de l'Europe; moyens de les améliorer; par M. Fr. Cuningham; suivies de la description des prisons améliorées de Gand, Philadelphie, Ilchester et Milbank; par M. Buxton. In-8. 4 fr. 50 c.

**NOSOGRAPHIE GÉNÉRALE ÉLÉMENTAIRE**, ou Description et traitement rationnel de toutes les maladies; par M. Saucerotte-Gène, docteur de la Faculté de Paris. Nouvelle édition. 4 vol. in-8. 26 fr.

**NOUVEAU COURS DE THÈMES** pour les sixième, cinquième quatrième, troisième et deuxième classes, à l'usage des colléges; par M. Planche, professeur de rhétorique au collége royal de Bourbon, et M. Carpentier. Ouvrage recommandé pour les colléges par le Conseil royal de l'Université. *Seconde édition*, entièrement refondue et augmentée. 5 vol. in-12. 10 fr.

Les mêmes avec les corrigés à l'usage des maitres, 10 vol. 22 fr. 50 c.

*On vend séparément :*

Cours de sixième à l'usage des élèves, 1f.
Le corrigé à l'usage des maîtres, 2 fr. 50 c.
Cours de cinquième à l'usage des élèves, 1 f.
Le corrigé, 2 fr. 50 c.
Cours de quatrième à l'usage des élèves, 2 f.
Le corrigé, 2 fr. 50 c.
Cours de troisième à l'usage des élèves, 2fr.
Le corrigé, 2 fr. 50 c.
Cours de seconde à l'usage des élèves, 2 fr.
Le corrigé, 2 fr. 50 c.

**ŒUVRES POÉTIQUES DE BOILEAU.** *Nouvelle édition*, accompagnée de Notes faites sur Boileau par les commentateurs ou littérateurs les plus distingués; par M. J. Planche, professeur de rhétorique au collége royal de Bourbon, et M. Noel, inspecteur-général de l'Université. 1 gros v. in-12. 2 fr. 50 c.

— **DE KRASICKI.** 1 vol. in-8, à deux colonnes, gr. papier vélin. 25 fr.

**ORDONNANCE SUR L'EXERCICE ET LES MANŒUVRES D'INFANTERIE**, du 4 mars 1831 (Ecole du soldat et de peloton). 1 vol. *in-18*, orné de figures. 75 c.

**PENSÉES ET MAXIMES DE FÉNELON.** 2 vol. in-18, portrait. 3 fr

— **DE J.-J. ROUSSEAU.** 2 vol. in-18, portrait. 3 fr.

— **DE VOLTAIRE.** 2 volumes in-18, portrait. 3 fr.

**PRÉCIS DE L'HISTOIRE DES TRIBUNAUX SECRETS DANS LE NORD DE L'ALLEMAGNE**, par A. Louis Veimars. 1 vol. in-18. 1 fr. 25 c.

**PRÉCIS HISTORIQUE SUR LES RÉVOLUTIONS DES ROYAUMES DE NAPLES ET DE PIEMONT EN 1820 ET 1821**, suivi de documens authentiques sur ces évènemens; par M. le comte de D... *Deuxième édition.* 1 volume in-8. 4 fr. 50 c.

**PRINCIPES DE PONCTUATION**, fondés sur la nature du langage écrit, par M. Fabt, ouvrage approuvé par l'Université. Un vol. in-12. 1 fr. 50 c.

**PROCÈS DES EX-MINISTRES**; Relation exacte et détaillée, contenant tous les débats et plaidoyers recueillis par les meilleurs sténographes. *Troisième édition.* 3 gros volumes in-18, ornés de quatre portraits gravés sur acier. 7 fr. 50 c.

**ROMAN COMIQUE DE SCARON.** 4 volumes in-12, figures. 5 fr.

**RECUEIL GÉNÉRAL ET RAISONNÉ DE LA JURISPRUDENCE** et des attributions des justices de paix, en toutes matières, civiles, criminelles, de police, de commerce, d'octroi, de douanes, de brevets d'invention, contentieuses et non contentieuses, etc. etc., par M. Bissy. Cet ouvrage, honoré d'un accueil distingué par les magistrats et les jurisconsultes, vient d'être totalement refondu dans une troisième édition; c'est à présent une véritable encyclopédie où l'on trouve tout, absolument tout ce que l'on peut désirer sur ces matières. Toutes les questions de droit, de compétence, de procédure, y sont traitées, et des lacunes, des controverses très nombreuses y sont examinées et aplanies. *Troisième édition.* 2 forts volumes in-3. 1834. 16 fr.

**SCIENCE (la) ENSEIGNÉE PAR LES JEUX**, ou Théorie scientifique des jeux les plus usuels, accompagnée de recherches historiques sur leur origine, servant d'introduction à l'étude de la mécanique, de la physique, etc; imité de l'anglais par M. Richard, professeur de mathématiques. Ouvrage orné d'un grand nombre de vignettes gravées sur bois par M. Godard fils. 2 jolis volumes in-18 7 fr.

**STATISTIQUE DE LA SUISSE**, par M. Pictet, de Genève. 1 gros vol. in-12 de plus de 600 pages. 7 fr.

SERMONS DU PÈRE L'ENFANT, PRÉDICATEUR DU ROI LOUIS XVI. 8 gros volumes in-12, ornés de son portrait. *Dyuxième édition.* 20 fr.

SYNONYMES (nouveaux) FRANÇAIS, à l'usage des Demoiselles; par mademoiselle Fauré. 1 volume in-12. 3 fr.

DE LA POUDRE LA PLUS CONVENABLE AUX ARMES A PISTON; par M. C.-F. Vergnaud aîné. 1 volume in-18. 75 c.

THÉORIE DU JUDAISME, par l'abbé Charini, 2 vol. in-8. 10 fr.

TABLEAU DE LA DISTRIBUTION MÉTHODIQUE DES ESPÈCES MINÉRALES suivie dans le cours de minéralogie fait au Muséum d'histoire naturelle en 1833, par M. Alexandre Brongniart, professeur. Broch. in-8. 2 fr.

VOYAGE MEDICAL AUTOUR DU MONDE, exécuté sur la corvette du roi *la Coquille*, commandée par le capitaine Duperrey, pendant les années 1822, 1823, 1824 et 1825; suivi d'un Mémoire sur les *Races humaines* répandues dans l'Océanie, la Malaisie et l'Australie; par M. Lesson. 1 vol. in-8. 4 fr. 5 oc.

# OUVRAGES POUR COMPTE.

ABRÉGÉ D'HISTOIRE UNIVERSELLE, *première partie*, comprenant l'histoire des Juifs, des Assyriens, des Perses, des Egyptiens et des Grecs, jusqu'à la mort d'Alexandre-le Grand, avec des tableaux de synchronismes: par M. Bourgon, professeur de l'académie de Besançon. *Seconde édition.* 1 vol. 2 f.

ABRÉGÉ D'HISTOIRE UNIVERSELLE, *seconde partie*, comprenant l'histoire des Romains depuis la fondation de Rome; par M. Bourgon, etc. 1 vol. in-12. 3 f. 50 c.

ABRÉGÉ DE L'HISTOIRE UNIVERSELLE, quatrième partie, comprenant l'Histoire des Gaulois, les Gallo-Romains, les Francs et les Français jusqu'à nos jours, avec des Tableaux de synchronismes; par M. J.-J. Bourgon. 2 volumes in-12. 6 fr.

ARABESQUES POPULAIRES, suivies de l'Album des murailles. Un vol. in-18. 3 fr.

ALBUM TOPOGRAPHIQUE; par Perrot. 1 cahier oblong contenant six planches coloriées. 7 f.

ALMANACH DU CULTIVATEUR, pour l'année bissextile 1836, deuxième année. 25 c.

ARITHMÉTIQUE ÉLÉMENTAIRE, THÉORIQUE ET PRATIQUE; par Jouanne. 1 volr in-8 3 f. 50 c.

ART DE LEVER LES PLANS, et nouveau Traité d'arpentage et de nivellement: par Mastaing. 1 vol. in-12. 4 f.

ATLAS DE LESAGE. *Nouvelle édition.* In-fol. cartonné 130 f.

ANALYSES DES SERMONS du P. Guyon, précédées de l'Histoire de la mission du Mans. 1 vol. in 12.

CARTE TOPOGRAPHIQUE DE SAINTE-HÉLÈNE, très bien gravée. 1 f. 50 c.

CONGRÈS SCIENTIFIQUES DE FRANCE, première session, tenue à Caen en juillet 1833. Un vol. in-8. 4 f. 50 c.

CATALOGUE DES LÉPIDOPTÈRES DU DÉPARTEMENT DU VAR; par M. L.-P. Canteneb. In-8. 2 fr.

CHIMIE APPLIQUÉE AUX ARTS; par Chaptal, membre de l'Institut. *Nouvelle édition*, avec les additions de M. Guillebat. 5 livraisons en un seul gros vol. in-8. grand papier. 20 f.

CONSIDÉRATIONS SUR LES TROIS SYSTÈMES DE COMMUNI

**CATIONS INTÉRIEURES**, au moyen des routes, des chemins de fer et des canaux; par M. Minault, ingénieur des ponts et chaussées. 1 vol. in-4°. 4 f.

**COUPE THÉORIQUE DES DIVERS TERRAINS, ROCHES ET MINÉRAUX QUI ENTRENT DANS LA COMPOSITION DU SOL DU BASSIN DE PARIS**; par MM. Cuvier et Alexandre Brongniart. Une feuille in fol. 2 fr. 50 c.

**COURS D'ARITHMÉTIQUE ET D'ALGÈBRE**, élémentaires, théoriques et pratiques, avec un supplément pour les aspirans à la marine; par Jouano. 1 vol. 6 f.

**ÉLECTIONS** (des) **SELON LA CHARTE ET LES LOIS DU ROYAUME**, ou Examen des droits, privilèges et obligations attachés à la qualité d'électeur; par M. Botard. 1 vol. in-8. 5 f.

**ÉLÉMENS** (nouveaux) **DE LA GRAMMAIRE FRANÇAISE**; par M. Fouveau. 1 vol. in-12. 1 f. 25 c.

**DES DROITS ET DES DEVOIRS DE LA MAGISTRATURE FRANÇAISE ET DU JURY**, par M. Botard, conseiller à la Cour Royale de Nancy. 1 vol. in-8. 6 f.

**DESCRIPTION GÉOLOGIQUE DE LA PARTIE MÉRIDIONALE DE LA CHAÎNE DES VOSGES**; par M. Rozet, capitaine au corps royal d'état-major. In-8, orné de planches et d'une jolie carte. 10 fr.

**DESCRIPTION DES NOUVELLES MONTRES A SECONDES**; par H. Robert. In-4 avec planches. 7 fr.

**ESPRIT DU MÉMORIAL DE SAINTE-HÉLÈNE**; par le comte de Las Cases. 3 vol. in-12. 15 f.

**ÉLÉMENS D'HISTOIRE NATURELLE**, présentant dans une suite de tableaux synoptiques accompagnés de nombreuses figures, un précis complet de cette science; par C. Sauerotte, docteur en médecine de la faculté de Paris, membre correspondant de l'Académie royale de médecine et de plusieurs Sociétés savantes, auteur de divers ouvrages couronnés, professeur d'histoire naturelle, etc.

Cet ouvrage comprend trois parties, *Minéralogie-Géologie*, *Botanique* et *Zoologie*: il est accompagné d'un atlas de 35 pl. in 4, et terminé par une table étymologique des diverses branches de l'histoire naturelle.

Prix de l'ouvrage complet: 1 vol. in-4, de 30 feuilles d'impression, figures noires, 10 fr.; coloriées, 20 fr.

Chaque partie se vend séparément:

— Minéralogie-géologie, 2 édit., 1 vol. in 4, 5 planches, *figures noires*, 4 f.; coloriées, 8 fr.

— Botanique, 2 édit., 1 vol. in-4, 14 planches, figures noires, 5 fr. 50 c.; coloriées, 7 fr.

— Zoologie, 2 édit., 1 vol. in-4, 15 pl. fig. noires, 4 fr.; coloriées, 8 fr.

— Précis de géologie, 1 vol. in-4 avec 2 planches, 2 fr.

**FONCTIONS** (les) **DE LA PEAU**, et des Maladies graves qui résultent de leur dérangement; par M. Doussin-Dubreuil. 1 vol. in-12. 3 f. 50 c.

**GÉOMÉTRIE USUELLE** dessin géométrique et dessin linéaire sans instrumens, en 120 tableaux dédiés à M. le baron Fourrier; par C. Bourgeois. 1 vol. in-4. 10 f.

**GLAIRES** (des), de leurs caractères, de leurs effets, et des indications à remplir pour les combattre. *Neuvième édition*; par M. Doussin-Dubreuil. In-8. 1 f.

**GRAMMAIRE NOUVELLE DES COMMENÇANS**, contenant les dix parties du discours, développées et mises à la portée des enfans; par M. Brun, élève de M. Jacotot. 1 f.

**GUIDE GÉNÉRAL EN AFFAIRES**, ou Recueil des modèles de tous les actes. *Troisième édition*. 1 vol. in-12. 4 f.

**DICTIONNAIRE COMPLET GÉOGRAPHIQUE, STATISTIQUE ET COMMERCIAL DE LA FRANCE ET DE SES COLONIES**; par M. Briand-de-Verné. 2 vol. in-18. 7 fr.

**ECLECTISME EN LITTÉRATURE**, mémoire auquel la médaille d'or de première classe a été décernée; par madame Elisabeth Celnart. 1 fr. 25 c.

**ÉDUCATION** (DE L') **DES JEUNES PERSONNES**, ou indication succincte de quelques améliorations importantes à introduire dans les pensionnats; par mademoiselle Fabre. 1 vol. in-12. 1 fr. 50 c.

**ÉLÉMENS DE GEOGRAPHIE UNIVERSELLE** ancienne et moderne, par M. Noëllat. Un gros vol. in 12. 4 fr.

**HEPTAMERON**, ou les sept premiers jours de la création du monde, et les sept âges de l'église chrétienne. 1 grand vol. in-8. 5 fr.

**JEUX DE CARTES HISTORIQUES**; par M. Jouy, de l'Académie française. A 2 francs le jeu.

Contenant l'Histoire romaine, l'Histoire de la monarchie française, l'Histoire grecque, la Mythologie, l'Histoire sainte, la Géographie.

Celui-ci se vend 50 c. de plus, à cause du premier livre.

L'Histoire du Nouveau Testament pour faire suite à l'Histoire sainte, l'Histoire d'Angleterre, l'Histoire des animaux, l'Histoire des empereurs, la Lecture, la Musique, la Chronologie, l'Astronomie et la Botanique.

**JOURNAL D'AGRICULTURE**, d'Economie rurale et des Manufacture du royaume des Pays-Bas. La collection complète jusqu'à la fin de 1823 se compose de 18 vol. in-8. Prix, à Paris 75 f.

**LEÇONS D'ARCHITECTURE**; par Durand. 2 vol. in-8. 40 f.

La partie graphique, ou tome troisième du même ouvrage : 20 f.

**LETTRES INÉDITES** de Buffon, J.-J. Rousseau, Voltaire, Piron, de Lalande, Larcher, etc. 1 vol. in-12. 3 f.

**LIBERTÉS** (les) **GARANTIES PAR LA CHARTE**, ou de la Magistrature dans ses rapports avec la liberté de la presse et la liberté individuelle; par M. Bovard. 1 vol. in-8. 6 f.

**MANUEL DES BAINS DE MER**, leurs avantages et leurs inconvéniens; par M. Biot. 1 vol. in-18. 4 f.

**MANUEL DES INSTITUTEURS ET DES INSPECTEURS D'ÉCOLES PRIMAIRES**; par ***, membre d'un comité d'arrondissement. 1 vol. in-12. 4 f.

**MANUEL DU CAPITALISTE**; par M. Bonnet, 1 vol. in-8. 6 fr.

**MANUEL DU NÉGOCIANT DANS SES RAPPORTS AVEC LA DOUANE**, ouvrage indispensable aux armateurs, négocians, capitaines de navires, commissionnaires, courtiers, commis du dehors, etc.; par M. Bacon Maignen, employé à la douane de Bordeaux. 1 volume in-12. 4 f.

**MANUEL DES PEINTURES ORIENTALES ET CHINOISES** en relief; par Saint-Victor. 1 vol. in 18. 3 f.

**MANUEL DES NOURRICES**; par madame Elisabeth Celnart. Un vol. in-18. 1 fr. 50 c.

**MANUEL DE TRÉFILERIE DE FIL DE FER**, Par M. Mignard-Billinge, 1 vol. in-18, 3 fr. 50 c.

**NAPPEMONDE**, (la) de l'*Attis de Lesage*. 2 f.

**MODÈLES DE L'ENFANCE**. *Deuxième édition*, revue et augmentée par M. l'abbé Théodore Pascal. 1 vol. in-18. 1 f.

**SUITE AU MÉMORIAL DE SAINTE-HÉLÈNE**, ou Observations critiques et anecdotes inédites pour servir de supplément et de correctif à cet ouvrage, contenant un manuscrit inédit de Napoléon, etc. Orné du portrait de M. Las Cases. 1 vol. in-8. 7 f.

Le même ouvrage. 1 vol. in-12. 3 f. 50 c.

**MÉTHODE DE LECTURE ET D'ÉCRITURE**, d'après les principes d'el.

seignement universel de M. Jacotot, développés et mis à la portée de tout le monde; par Brard, 1 vol. in-4. 1 f. 50 c.

**NOUVEAU RÉPERTOIRE DE LA JURISPRUDENCE ET DE LA SCIENCE DU NOTARIAT**, depuis son organisation jusqu'à présent, contenant, dans l'ordre alphabétique, l'extrait et l'analyse des meilleurs ouvrages et de tout ce qu'il y a de plus intéressant sur cette matière, avec des notes et formules; par J. J. B. Serrure. 1 vol. in-8. 7 f.

**NOUVEAUX APERÇUS SUR LES CAUSES ET LES EFFETS DES GLAIRES**; par M. Dorsay-Durandel. In-8. 2 f.

**OEUVRES DE M. BALLANCHE**, 5 vol. in-8. papier vélin, 4 ont paru. Prix de chaque vol. 9 f.

*Les mêmes*, 16 volume in-18, papier vélin, 12 ont paru, prix de chaque volume. 1 fr. 50 c.

**POÉSIES D'ADAM MICKIEWICZ**; 3 volumes in-18, papier vélin superfin d'Annonay. 15 fr.

**PHILOSOPHIE ANTI-NEWTONIENNE**, ou Essai sur une nouvelle physique de l'univers, par M. J. Beautés. 3 livraisons in 8. 4 fr. 50 c.

**RECUEIL DE MOTS FRANÇAIS**, rangés par ordre de matières, avec des notes sur les locutions vicieuses et des règles d'orthographe, par B. Pautil. *Quatrième édition*, in-8, cart. 1 fr. 50 c.

**RECUEIL ET PARALLÈLES D'ARCHITECTURE**, par M. Durand. Grand in-fol. 180 fr.

**RAPPORTS DES MONNAIES, POIDS ET MESURES** des principaux états de l'Europe; ce tarif est collé sur bois. 3 fr.

**SOURD-MUET** (le) **ENTENDANT PAR LES YEUX**, ou Triple Moyen de communication avec ces infortunés, par des procédés abréviatifs de l'écriture, suivi d'un projet d'imprimerie syllabique; par le père d'un sourd-muet. Un vol. in-4°. 7 f.

**STÉNOGRAPHIE**, ou l'Art d'écrire aussi vite que la parole; méthode simplifiée d'après les systèmes des meilleurs auteurs français, avec 4 planches, par C., D. Lagache. Un vol. in-8°. 3 fr. 50 c

**STÉNOGRAPHIE**, ou l'Art d'écrire aussi vite que la parole; par M. Coyer de Prépean. *Nouvelle édition*. 4 f. 50 c.

**SOUVENIRS ATLANTIQUES**, Voyage aux États-Unis et au Canada; par Théodore Pavie. 2 vol. in-8. 15 fr.

**TABLEAU DES PRINCIPAUX ÉVÉNEMENS QUI SE SONT PASSÉS A REIMS**, depuis Jules-César jusqu'à Louis XVI inclusivement; par M. Carnu-Dubois. *Deuxième édition*, revue et augmentée. 1 vol. in-8°. 10 f.

**TRAITÉ SUR LA NOUVELLE DÉCOUVERTE DU LEVIER VOLUTE**, *dit* LEVIER-VINET. In-18. 1 f. 50 c.

**TOPOGRAPHIE DE TOUS LES VIGNOBLES CONNUS**, contenant tous les renseignemens géographiques, statistiques et commerciaux qui peuvent intéresser les consommateurs et les négocians; quatrième édition, en volumes in-8°. Prix, 7 fr. 50

*Ouvrages de M. l'abbé Caron.*

**LA ROUTE DU BONHEUR**. 1 vol. in-18. 2 f.

**L'ART DE RENDRE HEUREUX TOUT CE QUI NOUS ENTOURE.** 2 vol. in-18. 2 f.

**LA VERTU PARÉE DE TOUS SES CHARMES**. 1 vol. in-18. 2 f.

**LE BEAU SOIR DE LA VIE**. 1 vol. in-18. 2 f.

**L'ECCLÉSIASTIQUE ACCOMPLI**. 1 vol. in-18. 2 f.

**LES ÉCOLIERS VERTUEUX**. 2 vol. in-18 4 f.

**L'HEUREUX MATIN DE LA VIE**. 1 vol. in-18. 2 f.

**NOUVELLES HÉROÏNES CHRÉTIENNES**. 2 vol. in-18. 4 f.

**PENSÉES CHRÉTIENNES**. 12 volumes in-18. 21

**ECCLÉSIASTIQUES**. 12 vol. in-18, 21 f.

**RECUEIL DE CANTIQUES ANCIENS ET NOUVEAUX.** 1 vol. in-18. 1 f. 50 c.

*Ouvrages de M. Noel.*

**ABRÉGÉ DE LA GRAMMAIRE FRANÇAISE;** par MM. Noel et Chapsal. 1 vol. in-12. 90 c.

**GRAMMAIRE LATINE** (nouvelle) sur un plan très méthodique: par M. Noël, inspecteur de l'université et M. Fellens, un vol. 1 fr. 80 c.

**GRAMMAIRE FRANÇAISE** (nouvelle) sur un plan très méthodique, avec de nombreux exercices d'Orthographe, de Syntaxe et de Ponctuation, tirés de nos meilleurs auteurs, et distribués dans l'ordre des Règles; par MM. Noel et Chapsal. 3 volumes in-12 qui se vendent separément, savoir:

— La Grammaire, 1 vol. 1 f. 50 c.
— Les Exercices, 1 vol. 1 f. 50 c.
— Le corrigé des Exercices. 2 f.

**LEÇONS D'ANALYSE GRAMMATICALE,** contenant: 1° des Préceptes sur l'art d'analyser: 2° des Exercices et des sujets d'analyse grammaticale, gradués et calqués sur les Préceptes; par MM. Noel et Chapsal. 1 vol. in-12. 1 f. 80 c.

**LEÇONS D'ANALYSE LOGIQUE,** contenant: 1° les préceptes de l'art d'analyser; 2° des Exercices et des sujets d'analyse logique, gradués et calqués sur les Préceptes; par MM. Noel et Chapsal. 1 vol. in-12. 1 f. 80 c.

**TRAITÉ** (nouveau) **DES PARTICIPES,** suivi de dictées progressives, par MM. Noel et Chapsal. 1 vol. in-12. 2 f.

**CORRIGÉ DES EXERCICES SUR LE PARTICIPE.** 1 vol. in-12. 2 f.

**COURS DE MYTHOLOGIE.** 1 vol. in-12. 2 f.

**NOUVEAU DICTIONNAIRE DE LA LANGUE FRANÇAISE.** 5e *édition.* 1 vol. in-8, grand papier. 8 f.

*Ouvrages de M. Olivier.*

**ARITHMÉTIQUE USUELLE ET DE COMMERCE,** ou Cours complet de calcul théorique et pratique. *Sixième édition.* 1 vol. in 12. 2 f. 50 c.

**RECUEIL** des 500 exercices et des 350 problèmes très variés, contenus dans l'Arithmétique usuelle et de commerce. 6e *édition.* In-12. 1 f. 25 c.

**PHYSIQUE USUELLE,** ou Thèmes sur la physique, pour être appris de mémoire par les élèves. *Douzième édition.* In-12. 2 f.

**TOISÉ DES SURFACES ET DES VOLUMES,** autrement appelé Planimétrie et Stéréométrie. In-12. 1 f.

**GÉOMÉTRIE USUELLE,** ou Cours de mathématiques théorique et pratique, 1 vol. in-8. 6 f.

**MÉCANIQUE USUELLE,** contenant la théorie des forces, ainsi que l'application de ces principes aux différentes machines, telles que les leviers, les poulies et mouffles, le treuil, le plan incliné, la vis et le coin, de tout suivi de problèmes; par G.-F. Olivier, bachelier ès-sciences, etc. 1 fr. 50 c.

Cet ouvrage, réellement élémentaire et à la portée de tout le monde, faisant suite à la *Géométrie usuelle*, est principalement destiné aux jeunes élèves des colléges et institutions.

*Ouvrages de M. Viterbi.*

**GRAMMAIRE CLASSIQUE,** ou cours complet et simplifié de langue française, théorique et pratique réellement élémentaire et à la portée des jeunes élèves de l'un et de l'autre sexe. 1 fr. 25 c.

**EXERCICES** sur l'orthographe et la Syntaxe. 1 fr. 25 c.

**GÉOGRAPHIE CLASSIQUE** suivie d'un Dictionnaire explicatif *des lieux principaux de la géographie ancienne*, à l'usage des jeunes élèves des colléges et institutions. 1 fr. 25 c.

**CHRONOLOGIE CLASSIQUE,** ou abrégé d'Histoire générale, 1re partie, comprenant l'*Histoire ancienne*, c'est à-dire l'Histoire suivie et non interrompue de chacun des principaux peuples qui ont existé sur la terre, jusqu'à l'e-

rigine de ceux qui y existent maintenant. A l'usage des jeunes élèves des écoles et institutions. 2 f.

*Ouvrages pour les Écoles chrétiennes.*

**ABRÉGÉ DE GÉOMÉTRIE PRATIQUE** appliquée au dessin linéaire, au tracé et au levé des plans; suivi des principes de l'architecture et de la perspective; par F. P. et L. C. Ouvrage orné de 430 figures en taille douce. Prix, broché: 2 f. 50 c.

**NOUVEAU TRAITÉ D'ARITHMÉTIQUE DÉCIMALE**, contenant toutes les opérations ordinaires du calcul, les fractions, la racine carrée, les réductions des anciennes mesures, et réciproquement; un abrégé de l'ancien calcul, les principes pour mesurer les surfaces et la solidité des corps, etc. Edition enrichie de 1516 problèmes à résoudre, et d'une planche représentant plusieurs figures de géométrie, pour servir d'exercice aux élèves; par les mêmes. Vol. in-12 de 216 pages. Prix, broché: 1 f. 50 c.

**REPONSES ET SOLUTIONS** des 1516 questions et problèmes contenus dans le nouveau Traité d'arithmétique décimale; par les mêmes. Vol. in-12 de 81 pages. Prix, broché: 1 f. 25 c.

**NOUVELLE CACOGRAPHIE**, dont les exemples sont tirés tant de l'Ecriture-Sainte que des saints Pères et autres bons auteurs; suivie de modèles d'actes; par les mêmes. Vol. in-12. Prix, broché: 75 c.

**CORRIGE DES EXERCICES DE LA CACOGRAPHIE**, dont les exemples sont tirés tant de l'Ecriture-Sainte que des saints Pères et autres bons auteurs; par les mêmes. 1 vol. in-12. Prix, broché: 1 f.

**ABRÉGÉ DE GÉOGRAPHIE COMMERCIALE ET HISTORIQUE**, contenant un précis d'astronomie selon le système de Copernic, les définitions des différens météores, un tableau synoptique pour chaque département, et des notions historiques sur les divers états du globe, etc.; par L. C. et F. P. Vol. in-12 orné de 6 cartes géographiques. A l'usage des écoles primaires. 1 f. 20 c.

# OUVRAGES D'ASSORTIMENT.

**ABRÉGÉ DE LA FABLE**, ou de l'Histoire poétique, par Jouvency, trad. en français et rangé suivant la méthode de Dumarsais. In-18. 1 f. 50 c.

**ABRÉGÉ DE LA GRAMMAIRE FRANÇAISE**, par M. de Wailly. *Dernière édition.* 1 vol. in-12. 75 c.

**ABRÉGÉ DE L'HISTOIRE DE FRANCE**, à l'usage des élèves de l'ancienne école royale militaire, 1 vol. in-12, cart. 2 fr.

— **DE L'HISTOIRE ROMAINE**, *idem*, in-12, cart. 2 fr.

— **DE L'HISTOIRE ANCIENNE**, *idem*, in-12, cart. 2 fr.

— **DE L'HISTOIRE SAINTE**, *idem*, in-12, cart. 1 fr. 75 c.

— **DE LA FABLE**, *idem*, in-12, cart. 1 fr.

**ANNÉE AFFECTIVE**, par Avrillon. In-12. 2 f. 50 c.

**ABRÉGÉ DES TROIS SIÈCLES DE LA LITTÉRATURE FRANÇAISE**, par Sabatier de Castres. 1 vol. in-12. 3 f.

**ABRÉGÉ DU COURS DE LITTÉRATURE DE LA HARPE**, par Peuprin. *Deuxième édition.* 2 vol. in-12. 7 f.

**AVENTURES DE TÉLÉMAQUE**, par Fénelon. *Nouvelle édition*, avec des notes géographiques et mythologiques, et des remarques pour l'intelligence de ce poème; augmentée des Aventures d'Aristonoüs. 1 vol. in-12. 2 f. 50 c.

**AVENTURES DE ROBINSON CRUSOÉ.** 4 vol. in-18. 6 f.

Le même ouvrage. 4 vol. in-32. 3 f.

**AME (L')** CONTEMPLANT LES GRANDEURS DE DIEU. In-12 2 f. 50 c.

**AME (l') AFFERMIE DANS LA FOI**, et prémunie contre la séduction de l'erreur. 1 vol. in-12. 2 f. 50 c.

**AMELIE MANSFIELD**, par madame Cottin. 3 vol. in-18. 4 f.

**AVIS AUX PARENS**, sur la nouvelle méthode d'enseignement mutuel; par G.-C. Herbin. 1 vol. in-12. 2 f. 50 c.

**BEAUX TRAITS DU JEUNE AGE**, par Fayville. *Troisième édition.* 1 vol. in-12 3 f.

**CATÉCHISME HISTORIQUE**, par Fleury. Un vol. in-18, cart. 60 c.

**CÆSARIS COMMENTARII**, ad usum Collegiorum. 1 vol. in-18. 1 f. 50 c.

**CANTIQUES DE SAINT-SULPICE**; 1 volume in-18. 1 fr. 25 c.

**CÉVENOL** (le vieux), par Rabaut-Saint-Etienne. 1 vol. in-18. 3 f.

**CICERONIS ORATOR.** In-18. 75 c.

**COMMENTAIRES** (les) **DE CÉSAR.** *Nouvelle édition*, retouchée avec soin; par M. de Wailly. 2 vol. in-12. 6 f.

**CORNELII NEPOTIS** Vitæ excellentium imperatorum. 1 vol. in-18. 1 f.

**DICTIONNAIRE** (nouveau) **DE POCHE FRANÇAIS-ANGLAIS ET ANGLAIS-FRANÇAIS**, par Nugent. *Dix-huitième édition*, revue par M. Fain. 2 vol. in-16. 6 f.

**DOCTRINE CHRÉTIENNE DE LHOMOND.** in-12. 1 f. 50 c.

**ÉDUCATION DES FILLES**; par Fénelon. in-18, fig. 1 fr. 50 c.

**ÉLÉMENS DE LA CONVERSATION ANGLAISE**, par Perrin; revus par Fain. 1 vol in-12. 1 f. 50 c.

**ÉLÉMENS D'ARITHMÉTIQUE**, suivis d'exemples raisonnés en forme d'anecdotes, à l'usage de la jeunesse; par un Membre de l'Université. 1 vol. in-12. 1 f. 50 c.

**ÉPITRES ET ÉVANGILES DES DIMANCHES ET FÊTES DE L'ANNÉE**, avec de courtes réflexions. Édition augmentée des Prières de la Messe et des Vêpres du dimanche. In-12. 2 f. 50 c.

**ESPRIT** (de l') **DES LOIS**, par Montesquieu. *Nouvelle édition*, ornée du portrait de l'auteur. 4 gros vol. in-12. 12 f.

**ESQUISSE D'UN TABLEAU HISTORIQUE DES PROGRÈS DE L'ESPRIT HUMAIN**, par Condorcet. 1 gros. vol. in-18. 3 fr.

**FABLES DE LAFONTAINE**, avec figures, 1 vol. in-18, br. 1 fr. 50 c.

— **DE FLORIAN**, avec figures. 1 vol. in 18. br. 1 fr. 50 c.

**LA FILLE D'UNE FEMME DE GÉNIE**, traduit de l'anglais. 2 vol. in-12, avec figures. 6 fr.

**GRAMMAIRE FRANÇAISE DE RESTAUT.** Gros vol. in-12. 2 f. 50 c.

**GRANDEUR** (de la) **DES ROMAINS**, par Montesquieu. 1 vol. in-12. 2 f.

**GRADUS AD PARNASSUM**, ou Dictionnaire poétique latin-français. Grand in 8. 7 f.

**GUIDE DU MARÉCHAL**, par Lavosse. *Nouvelle édition.* 7 f. 50 c.

**HISTOIRE DES DOUZE CÉSARS**, par F. de La Harpe. *Cinquième édit.* 3 vol. in 18. 6 f. 50 c.

**HISTOIRE ABRÉGÉE DE L'ANCIEN TESTAMENT**, à l'usage de toutes les écoles, 1 vol. in-12, cart. 1 fr. 50 c.

**HISTORIETTES ET CONVERSATIONS A L'USAGE DES ENFANS**, par Berquin. 2 vol. in 8. 5 f.

**JARDINS** (les quatre) **ROYAUX DE PARIS.** 1 vol. in-8. *Troisième édition* 1 f. 50c.

**JÉRUSALEM DÉLIVRÉE**, traduite en vers, par M. Octavien. 2 vol. in-8. 8 f.

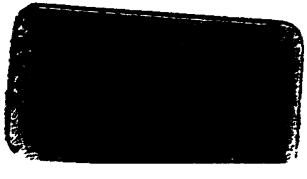
**JUSTINI HISTORIARUM** ex Trogo Pompeio Libri XLIV. In-18. 1 f. 50 c.

**JULII CÆSARIS COMMENTARII.** 1 vol. in-18. 1 f. 50 c.

LETTRES DE MESDAMES DE COULANGES ET DE MINON M LENCLOS, suivies de la Coquette vengée. 1 vol. in-12. 2 f. 50
LETTRES DE MESDAMES DE VILLARS, DE LAFAYETTE F TENCIN. 1 vol. in-12 1 f. 50
LETTRES DE MADEMOISELLE AISSÉ, accompagnées d'une notice biographique et de notes explicatives. 1 vol. in-12. 2 f. 50
LETTRES PERSANES, par MONTESQUIEU. *Nouvelle édit.* 1 vol. in-12. 3
LETTRES DE J. MULLER à ses amis, MM. Bonstetten et Gleim; précédées de la vie et du testament de l'auteur. In-8. 6 f.
MALVINA, par madame COTTIN. 3 vol. in-8. 4
MEMOIRES DE GRAMMONT, par HAMILTON. 2 vol in 32. fig. 3 f.
MEMOIRES DU CARDINAL DE RETZ, DE GUY-JOLY ET DE LA DUCHESSE DE NEMOURS. *Nouvelle édition.* 6 vol. in-8, avec portr. 36 f.
MORALE (la) EN ACTION, ou Élite de faits mémorables et d'anecdotes instructives. 1 vol. in-12, orné de 4 gravures. Paris, 1820. 3 f.
MORCEAUX CHOISIS DE FLECHIER, par ROLLAND. 1 vol. in-12. portrait. 1 f. 50 c.
MORCEAUX CHOISIS DE FLEURY, par ROLLAND. 1 vol. in 12. portrait, 1 f. 80 c.
ŒUVRES DE CHAMPFORT. 5 vol. in-8. 30
ŒUVRES DRAMATIQUES DE DESTOUCHES. 6 vol. in-8. 36
PARFAIT (le) CUISINIER, ou le Bréviaire des Gourmands. 1 volume 3 f. 12.
PARFAIT (le) MODÈLE. 1 vol. in-12. 1 f. 25 c.
PRÉCEPTEUR (le) DES ENFANS, par madame de RENNEVILLE. 1 vol. in-12. 3 f.
PSAUTIER de David. *Nouvelle édition.* 1 vol. in-12. 1 f.
RÉCRÉATIONS D'EUGÉNIE, par madame de RENNEVILLE. *Troisième édition.* 1 vol. in 18, orné de 4 jolies figures. 1 f. 50 c.
RÉVOLUTION DE CONSTANTINOPLE EN 1807 ET 1808, par M. JOUCHEREAU de SAINT DENIS. 2 vol. in-8. 9 f.
SELECTÆ E NOVO TESTAMENTO Historiæ ex Erasmo desumptæ. 1 vol. in-18. 1 f. 40 c.
Souvenirs de madame de Caylus. 1 vol. in-12. 3 f.
TRAITÉ DE LA VENTE, par POTHIER. 1 vol. in-32. 2 f.
DE LA MORT CIVILE en France, par M. DESQUIRON de SAINT-AGNAN, avocat près la Cour royale de Paris. 1 vol. in 8. 7 f.
VÉRITABLE (le) ESPRIT DE J.-J. ROUSSEAU, par M. l'abbé SABATIER. 3 vol. in-8. 12 f.
VIE DE SAINT LOUIS DE GONZAGUE, de la Compagnie de Jesus. 1 vol. in-12. 2 f. 50 c.
VOYAGE DE CHAPELLE ET BACHAUMONT. 1 vol. in-32. 1 f. 50 c.
VOYAGES (les) DE GULLIVER, traduits de SWIFT par DESFONTAINES. *Nouvelle* et très jolie *édition*. 4 vol. in-18, ornés de belles gravures. Paris.

Imprimerie de BOURGOGNE et MARTINET, successeurs de LACHEVARDIÈRE, rue du Colombier, n. 30.

This book should be returned to the Library on or before the last date stamped below.

A fine of five cents a day is incurred by retaining it beyond the specified time.

Please return promptly.